



UNIVERSITETET I  
NORDLAND

HANDELSHØGSKOLEN

---

# MASTEROPPGAVE

Emnekode: BE325E, MBA i Luftfartsledelse

Bruk av droner i  
kraftnettindustrien

Jack Farstad  
og  
Roger Pettersen



## **ABSTRACT**

Our thesis is focused on the advantages, disadvantages and challenges in phasing drone technology inspection tools into the power line industry. Drones in general exhibit a myriad of benefits and opportunities, which makes the phenomenon attractive in many aspects, not to mention the cost-benefits. They are known as particularly useful in photography, and we want to research possible applications to the power line industry. The application of new technology can pose some difficult challenges. Many challenges are associated with the surrounding environment of power lines. Drones must be able to function effectively in this new operational environment. In addition, the new tool also creates some organizational related challenges.

As of today, there are currently few players in the drone market in Norway. In order to ensure a usable supply of information and the processing of it, we chose a research design through a qualitative approach, and thereby the Open Interviews Method towards the interviewed individuals. These individuals, in their respective positions, represent the power line industry in one group, and the drone industry in another. The latter group consists of several different divisions whom represent different approaches to the technology, including those which through innovation and development have organized drone services within their in-house power line business.

Our intention is to analyze, address and interpret the information as objectively as possible. The researchers seek not to sell their own preconceptions, but strive to conclude the real advantages and disadvantages that exist on technology today. This includes a special scrutiny on the latter category, whether they will stay permanent or if further development can solve some of these issues.

The lists on either side are extensive, and the conclusion ascertains that there are pitfalls one must avoid, in addition to specifying a minimum level of expertise that is pivotal to success.

## FORORD

Vi er to ingeniører som har fått privilegiet å skolere oss opp til en mastergrad i MBA Luftfartsledelse, og siden vi jobber med luftfartsrelaterte spørsmål til daglig ønsker vi derfor å ekspandere vår kunnskapshorisont innen relevante problemstillinger. Vi har derfor valgt å lære noe om droneteknologien, et felt som etter alle solemerker kommer til å bli en større revolusjon enn vi kan forestille oss i dag.

Vi ønsker først å takke førsteamanuensis Thor-Erik Sandberg-Hanssen ved Universitetet i Nordland for hans viktige bidrag gjennom våre henvendelser og spørsmål, samt forslag og veiledning generelt.

Vi vil også takke alle våre respondenter for deres velvillighet til å fylle våre kunnskapshuller gjennom mange intervjuer og oppfølgingsspørsmål.

Videre er det er hevet over enhver tvil at vår arbeidsgiver Luftfartstilsynet med alle kollegaer fortjener en stor takk også som vi har trukket solide vekslere gjennom de måneder vi har holdt på med oppgaven.

Det hører tilslutt også med å takke behørig våre livsledsagere Dorothy og Anne for den støtte og tålmodighet de har vist oss gjennom de årene studiet har vart, med mange lange dager og seine kvelder for å få på plass all kunnskapen.

*«Vi lever i et samfunn uhyre avhengig av vitenskap og teknologi, hvor nesten ingen vet noe om vitenskap og teknologi.»*

[Carl Sagan](#) (Sagan, 1990)

## SAMMENDRAG

Oppgaven vår er sentrert om problemstillingen fordeler, ulemper og utfordringer med innfasing av droneteknologi som inspeksjonsverktøy i kraftnettindustrien. Droner har generelt så mange fordeler og muligheter, og ikke minst et prisnivå, som gjør fenomenet attraktivt i svært mange sammenhenger. De er kjente som spesielt brukbare innen fotografering, og vi ønsker å finne ut om dette også kan gjelde i kraftnettindustrien. Her finnes mange utfordringer da teknologien er av relativt ny dato, og det er mange utfordringer forbundet med det miljø en drone må kunne operere i for at den skal komme i betraktning som verktøy, og i tillegg åpnes det for en del organisasjonsmessige utfordringer.

Det er få aktører innen dette segmentet av dronemarkedet enn så lenge, og for å sikre et brukbart informasjonstilfang og behandlingen av dette, valgte vi et forskningsdesign med kvalitativ tilnærming gjennom åpne intervjuer av respondentene som metode. Disse representerer kraftnettindustrien på den ene siden og droneindustrien på den andre. Sistnevnte gruppe består av flere forskjellige segmenter som representerer ulike tilnærminger, inkludert de som gjennom innovasjon og utvikling har organisert dronetjeneste innen eget kraftnettselskap.

Analysen tilslutt tar for seg informasjonen og tolker den mest mulig i objektiv retning, der forskerne vektlegger å ikke selge egen forutinntatthet, men søker å komme fram til reelle kategorier innen fordeler og ulemper som finnes i dag med teknologien, og ikke minst ser på om sistnevnte kategori er permanente eller om utvikling kan løse noen av disse. Listen på begge sider er omfattende, og konklusjonen forkynner at det finnes visse fallgruver en må unngå, dessuten et minstemål av kompetanse som skal til for å lykkes.

# INNHOLDSFORTEGNELSE

|   |     |
|---|-----|
| .....   | 0   |
| ABSTRACT .....  | i   |
| FORORD.....   | ii  |
| SAMMENDRAG .....  | iii |
| INNHOLDSFORTEGNELSE .....   | iv  |
| 1.0 INNLEDNING .....  | 1   |
| 1.2 Problemstilling.....  | 2   |
| 1.3 Begrepsforklaring .....   | 3   |
| 1.4 Introduksjon.....   | 4   |
| 1.4.1 Kraftindustrien i Norge i dag .....                               | 4   |
| 1.4.2 Linjeinspeksjoner i kraftindustrien i dag.....                    | 6   |
| 1.4.4. Hvilke problemer kan oppstå med kraftlinjer?.....                | 8   |
| 1.4.5 Droner - historie og utvikling .....                              | 8   |
| 1.4.5.1. En rask utvikling .....  | 11  |
| 1.4.5.2. Operasjon av autonome systemer.....                            | 12  |
| 1.4.5.3. Driftskostnader .....  | 13  |
| 1.4.6 Droneindustrien i Norge i dag.....                                | 13  |
| 1.4.7 Konvergerende markeder .....                                      | 13  |
| 1.4.9 Andre studier på området .....                                    | 13  |
| 1.4.10 Regelverk for droner i Norge i dag .....                         | 14  |
| 1.4.11 Regelverk for droner i fremtiden .....                           | 15  |
| 2.0 TEORI.....  | 16  |
| 2.1 Strategi.....   | 16  |
| 2.1.1 Ny teknologi .....  | 17  |
| 2.1.2 Blue Ocean strategi .....   | 17  |
| 2.1.3 Penetrering av nye markeder.....                                  | 24  |
| 2.1.4 Motstand mot forandring.....                                      | 24  |
| 2.2 Organisasjoner .....  | 28  |
| 2.2.1 Omgivelser .....  | 28  |
| 2.2.2 Innovasjon .....  | 29  |
| 2.2.3 Indre og ytre påvirkning.....                                     | 29  |
| 2.2.4 Omstrukturering i organisasjonen .....                            | 30  |
| 3.0 METODE .....  | 32  |
| 3.1 Valg av metode.....   | 33  |
| 3.2 Valg av metodedesign .....  | 34  |
| 3.3 Kvalitativ metode.....  | 36  |
| 3.4 Det åpne, individuelle intervjuet .....                             | 36  |
| 3.5 Intervjuguiden.....   | 37  |
| 3.6 Hva har vi gjort i vår undersøkelse?.....                           | 37  |
| 3.6.1 Å ivareta respondentens interesser .....                          | 38  |
| 3.6.2 Justering av spørsmålene underveis på bakgrunn av ny lærdom ..... | 39  |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.6.3 | Konfidensialitet .....  | 39 |
| 3.6.4 | Selektering av respondenter fra kraftnettselskapene.....                                    | 40 |
| 3.6.5 | Validitet hos kraftnettselskapene .....   | 40 |
| 3.6.6 | Selektering av respondenter fra droneoperatørene.....                                       | 42 |
| 3.6.7 | Validitet hos droneoperatørene .....  | 42 |
| 3.7   | Kritisk gjennomgang av metoden.....   | 43 |
| 3.8   | Avsluttende bemerkninger.....   | 47 |
| 4.0   | Analyse.....  | 49 |
| 4.1   | Spørsmålene.....  | 51 |
| 4.2   | Innholdsanalysen .....  | 52 |
| 4.3   | Kraftnettverk.....  | 53 |
| 4.4   | Dronetjenestetilbyderne.....  | 67 |
| 4.5   | Fordeler, ulemper og utfordringer .....   | 73 |
| 4.6   | Ekstrahert empiri som forberedelse mot konklusjon.....                                      | 77 |
| 4.6.1 | Innovasjon av droneteknologi innenfor kraftnettindustrien .....                             | 78 |
| 4.6.2 | Innovasjon av droneteknologi fra tilbyderne av dronetjenester .....                         | 79 |
| 4.6.3 | Blue Ocean-strategi, nye markeder: Kraftnettindustriens in-house droneoperatører .....      | 79 |
| 4.6.4 | Blue Ocean-strategi, nye markeder: Dronetjenestetilbyderne.....                             | 80 |
| 4.6.5 | Nye markeder for kraftnettindustrien.....   | 81 |
| 4.6.6 | Nye markeder for droneindustrien .....  | 81 |
| 4.6.7 | Omstrukturering i egen organisasjon, og motstand mot forandring i kraftnettindustrien ..... | 81 |
| 5.0   | Konklusjon .....  | 82 |
| 5.1   | Suksesshistorie.....  | 83 |
| 5.2   | Videre forskning .....  | 85 |
| 5.3   | Epilog.....   | 86 |
|       | Bibliografi .....   | 87 |
| 6.0   | Appendikskapittel.....  | 88 |

## 1.0 INNLEDNING

Ny teknologi i form av droner er over oss i mange sammenhenger. Det er nesten ikke mulig å lese avisen uten at teknologien blir omtalt på en eller annen måte, ja selv bildene kan meget vel være tatt ved hjelp av en drone. Men det er ikke til å stikke under en stol at en stor del av oppmerksomheten også har vært av negativ art, om de trusler droner kan utgjøre.

Vi ønsket som en del av MBA-studiet i Luftfartsledelse å studere dette nye fenomenet i luftfarten, og vi kom tidlig fram til at emnet er så stort at en kraftig innsnevring måtte til. Droner nyttes nå til nær sagt alle tenkelige formål, og utviklingen er bortimot eksplosiv. Gjennom å pløye gjennom noe litteratur på området valgte vi å gi oppgavens som mål å *fokusere på droner som inspeksjonsverktøy i kraftnettindustrien*, med de fordeler, ulemper og utfordringer dette medfører. Vi mener oppgaven kan være interessant for en kraftnettindustri som er i et konkurransemarked med konstant fokus på driftsøkonomi. Med de muligheter droneteknologien gir kan det spares inn midler, og nye muligheter for inntjening kan ligge i dagen. Samtidig mener vi tjenestetilbyderne kan få en nyansert forståelse av kraftnettindustriens behov.

Vi skulle gjerne vist til tidligere arbeider rundt forskning på området, men det er særdeles begrenset hva som finnes enn så lenge, og det som vi kommer over er gjerne fokusert på spesielle tekniske emner som er lite relevant i vår forskning. På mange måter befinner ikke bare teknologien, men også forskningen seg i nybrottsland.

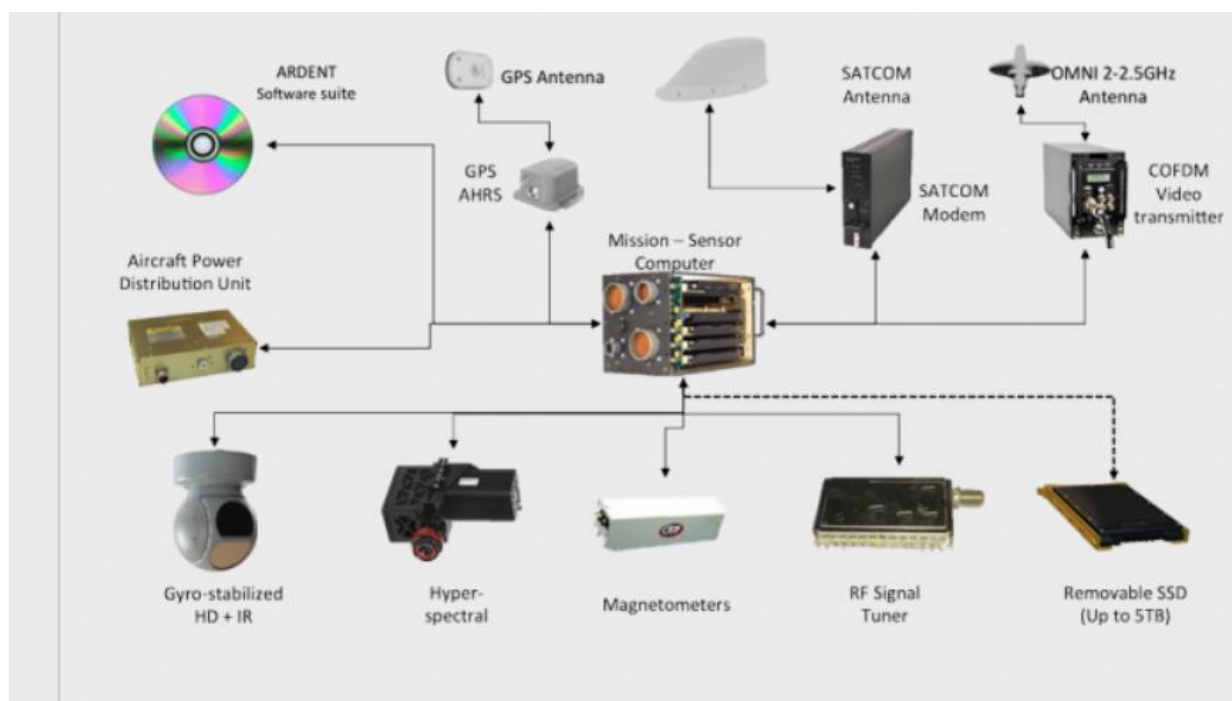
Oppgaven er tradisjonelt oppbygd og strukturmessig som en kan forvente den. De begrensninger vi har gitt oppgaven ligger først og fremst i at vi holder oss til Norge i forskningen. Videre benytter vi en kvalitativ tilnærming med åpne intervjuer av respondentene. Årsaken ligger i at vi ikke finner nok antall respondenter til å gå for noen annen metode, og vi tenker derfor at det kan være fyllestgjørende å bruke teknikken åpent intervju. Dette for å få kartlagt de *muligheter og begrensninger* som åpenbarer seg gjennom eksperimentering med teknologien, dessuten hva brukerne tenker om løsninger på eksisterende utfordringer.

## 1.2 Problemstilling

Tema for oppgaven er å se på «bruk av droner i kraftnettindustrien» og vi vil tilnærme oss temaet gjennom å besvare følgende problemstillinger:

1. Hvilke fordeler gir droner ved inspeksjon av kraftledninger?
2. Hvilke ulemper/utfordringer er det ved bruk av droner til inspeksjon av kraftledninger?

Med utgangspunkt i disse problemstillingene vil vi diskutere i hvilken grad kraftnettindustrien anser at droner kan være et attraktivt verktøy ved inspeksjon av kraftnett, og hvilke faktorer som kan fremskynde eller hindre implementering av slik teknologi. Denne oppgaven vil således både gi en beskrivelse av de muligheter og utfordringer bruk av droner representerer, og forhåpentligvis bidra til å frembringe kunnskap som kan gjøre veien enklere for kraftnettindustrien og droneindustrien for eventuelt å implementere denne nye teknologien.



Bilde 1: Droner kan inneholde mye avansert utstyr.  
Med tillatelse fra Robot Aviation



### 1.3 Begrepsforklaring

I denne oppgaven kommer vi borti mange forkortinger som kan være greit å ha en oversikt over. Tabell 1 viser forklaringer på begrep som blir brukt i vår oppgave.

| Begrep           | Forklaring  |
|------------------|---|
| AIC              | Aeronautical Information Circular - Informasjons sirkulære for luftfarten som inneholder opplysninger av teknisk så vel som administrativ art, men ikke slik at de kvalifiserer til utstedelse av NOTAM eller tas inn i AIP Norge                                       |
| AIP              | Aeronautical Information Publication - informasjonsmanualer som inneholder opplysninger av varig art som er av betydning for luftfarten. Ethvert land har sin egen nasjonale AIP. I AIP vil en pilot finne alt han/hun trenger av opplysninger for en planlagt flyging. |
| A-NPA            | Advanced-Notice of Proposed Amendments  |
| BLOS             | Beyond Line Of Sight  |
| BRLOS            | Beyond Radio Line of Sight  |
| DRONE            | Fjernstyrt ubemannet farkost  |
| EASA             | European Aviation Safety Agency   |
| Fixed-wing drone | Flylignende drone med faste vinger  |
| FoU              | Forskning og utvikling  |
| FPV              | First Person View   |
| ICAO             | International Civil Aviation Organization   |
| In-House         | Innad i selskapet   |
| JARUS            | Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems  |
| KV               | Kilovolt = tusen volt   |
| KWh              | Kilowatttime= 1000 watt pr time   |
| MTOM             | Max TakeOff Mass  |
| Multirotor Drone | Drone som bruker flere propeller (rotorer) til løft og framdrift  |
| NOTAM            | Notices to Airmen. NOTAM er en del av luftfartens informasjonssystem og består av opplysninger som det er viktig at det flygende personell tar "ad Notam" før en flyging påbegynnes.  |
| NVE              | Norges Vassdrag og Energidirektorat   |
| Payload          | Nyttelast   |
| RC               | Remote Control  |
| RO               | RPAS-Operatør   |
| RPAS             | Remotely Piloted Aerial System  |
| TWh              | Terawatttime = $10^9$ watt pr time  |
| UAS              | Unmanned Aerial System  |
| UAV              | Unmanned Aerial Vehicle   |
| VLOS             | Visual Line Of Sight  |

Tabell 1: *Begrep og forkortelser som blir brukt i vår oppgave.*

## **1.4 Introduksjon**

Fenomenet vi skal forske på er ikke veldig godt kjent i sitt detaljerte vesen, og vi mener derfor at det er behov for å gi leseren en forståelse av kraftnettindustrien på generell basis, men også gi tilsvarende innføring vedrørende den nyere droneteknologien.

### **1.4.1 Kraftindustrien i Norge i dag**

Det er ikke alle som tenker over hva som skal til når man setter et støpsel i kontakten og forventer å få levert energi i form av elektrisitet. Elektrisitet må lages i samme øyeblikket som vi bruker den. Det er derfor av stor betydning at linjer som leverer elektrisitet til sluttbrukere er av god kvalitet og at varen et kraftverk selger er forutsigbar.

Nær all kraftproduksjon i Norge kommer fra vannkraft. Ved inngangen til 2015 var Norges vannkraftpotensial på om lag 214 TWh per år. I forhold til de fleste fornybare energiressursene er vannkraft lettere å regulere enn for eksempel solenergi og vindkraft som er mer væravhengige. Vann er lettere å deponere før den brukes i energiproduksjon. (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2015)

Det er i dag om lag 180 selskaper innen kraftproduksjon i Norge, og 150 av dem driver med nettvirksomhet. 110 av disse er integrert sammen med kraftproduksjon selskap. Kraftselskapene skiller altså mellom produksjon og transport av energi.

*«Investering og drift av nettselskaper er preget av stordriftsfordeler og naturlige monopol.»*

(Finansdepartementet, 2015, s. 266)

Sterkt forenklet består et typisk vannkraftsystem av 3 hoveddeler:

**1 Kraftprodusenten:** Produserer elektrisitet. Dette skjer ved at vannkraften utnyttes gjennom tyngdekraften og driver vannturbiner som igjen genererer elektrisitet.

### **2 Transformatorstasjoner:**

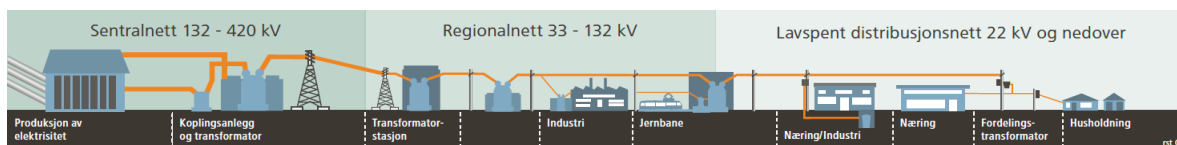
Spenningen må ha et hensiktsmessig nivå i fordelingsøyemed, av den grunn vil transformatorstasjoner være en viktig del av nettene. Disse har til oppgave å:

- Transformere spenningen opp for transmisjon

- Transformere spenningen ned for distribusjon
- Verne nettet og brukerne ved feil
- Kunne lokalisere feil og koble den delen av nettet ut.

**3 Overføringsnett:** Har til oppgave å transportere elektrisiteten til aktører i områder som har behov for tilført energi og består av:

- **Sentralnettet** er kraftledninger med 300 eller 420 KV, spenning som forbinder produsenter og forbrukere i ulike deler av landet med hverandre. Også overføringskabler til utlandet regnes til sentralnettet. Statnett som er et statlig foretak, har samfunnsoppdraget å drifte og sikre forsyningssikkerheten til forbrukeren, samtidig som de balanserer produksjon, forbruk, import, og eksport i det norske nettet.
- **Regionalnettet** er bindeledd mellom sentralnettet og distribusjonsnettene og ligger spenningsmessig mellom 33 og 132 kV. Storparten av den kraftintensive industrien og de fleste produksjonsselskapene er knyttet til regional- eller sentralnettet.
- **Distribusjonsnettverk** består av de lokale nettene og som sørger for distribusjon av kraft til sluttbrukerne. Disse nettene har normalt spenning opp til 22Kv, som transformeres ned til 400V eller 230 V for levering til forbrukere. Dette kan være tung industri, andre bedrifter og privatpersoner.



Figur 1: *Overføringsnettverket* illustrert med tillatelse fra NVE. (NVE , Energistatus, 2011, s. 27)

Generelt kan man si at jo større mengde kraft som skal fraktes, og jo lengre avstand kraften skal flytte, desto høyere spenningsnivå må benyttes for å holde de elektriske tapene i nettet så lave som mulig. I Norge er det NVE som regulerer inntektsrammene til nettselskapene, dette blir regulert gjennom

- Vedlikeholdskostnader
- Leveringssikkerhet til kunder

Det påløper dessuten en kvalitetsjustert kostnad ved ikke-levert energi:

*«I det enkelte nettselskaps kostnadsgrunnlag inngår et element som skal sørge for at nettselskapene tar hensyn til leveringspåliteligheten i kraftnettet, KILE (kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi). KILE-ordningen er en insentivregulering som*

*skal gi nettselskapene økonomisk motivasjon til riktig ressursallokering innenfor de rammer og vilkår som ellers er gitt av myndighetene.»*

(NVE, 2015)

De totale KILE-kostnadene i Norge er i størrelsesorden 800 millioner kroner pr. år (SINTEF, 2015) og er et uttrykk for de totale samfunnsøkonomiske kostnadene som påføres sluttbrukerne ved avbrudd. Dette er kostnader nettselskapene pådrar seg ved varslede og ikke-varslede avbrudd, både korte (< 3 min.) og langvarige brudd (> 3 min). KILE-kostnadene fungerer dermed som et insentiv overfor kraftnettindustrien for å sikre kvalitet i alle ledd.

#### **1.4.2 Linjeinspeksjoner i kraftindustrien i dag**

Før helikopter var aktuelt som inspeksjonsmetode skjedde mye av inspeksjonene på linjer ved at inspektøren klatret opp i stolper for visuell inspeksjon. Ved lange spenn ble det gjerne brukt bemannede vogner som ble opphengt direkte på kraftlinjene for manuell inspeksjon over spennet. Dette gjøres til en viss grad også i dag, men det er lite kosteffektivt med dagens timepriser for personellet med tanke på medgått tid.

I følge tabell 2 (under) som vi har generert fra Statistisk Sentralbyrå (SSB), var det 334.319 km med linjer som er virksom i kraftindustrien ved utgangen av 2009 i Norge. Av disse var 192.924 km luftlinjer som trenger overvåking ved ulike inspeksjonsteknikker.

|                      | 2009    |
|----------------------|---------|
|                      | Liner   |
| Liner i alt          |         |
| Systemspenning i alt | 334 319 |
| Luftleidningar       |         |
| Systemspenning i alt | 192 924 |
| Jordkabler           |         |
| Systemspenning i alt | 139 065 |
| Sjøkabler            |         |
| Systemspenning i alt | 2 330   |

Tabell 2 hentet fra SSB: *Kraftlinjer i slutten av 2009 etter linjetype, systemspenning.*

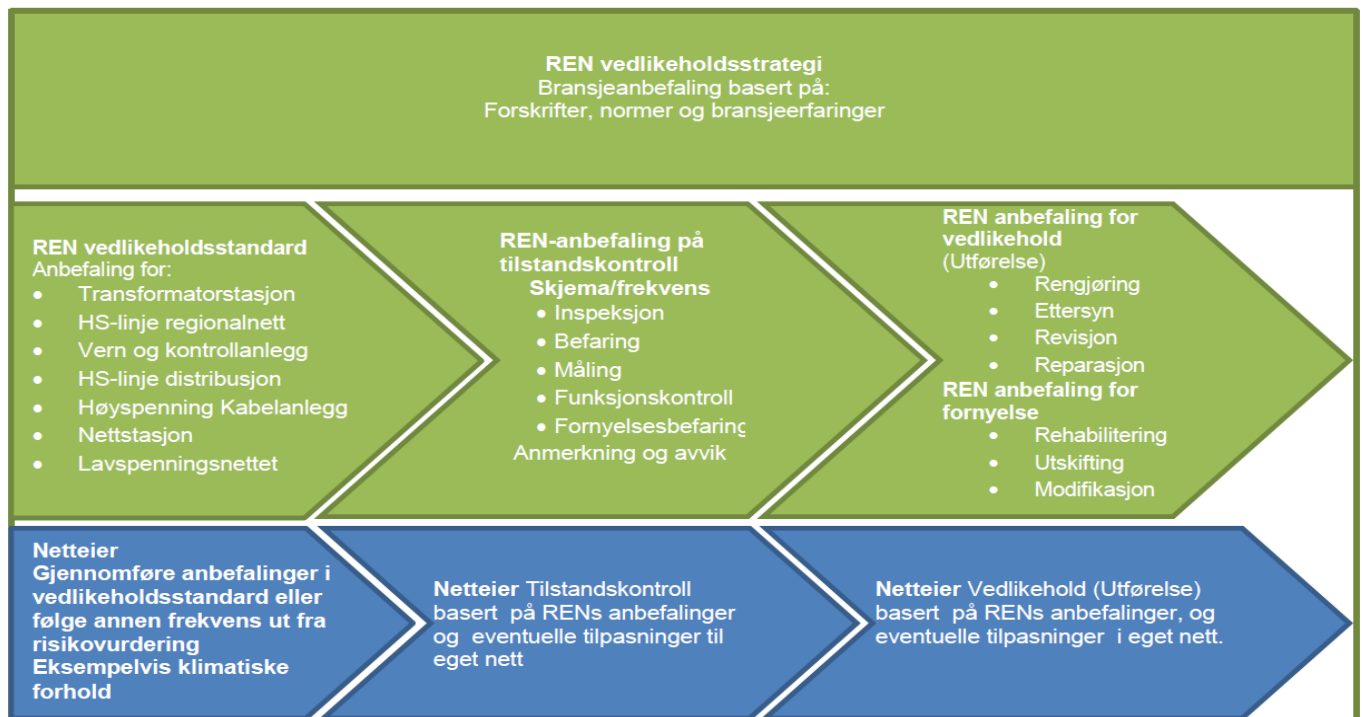
### 1.4.3 REN

Kraftnettindustrien følger et norsk standardiseringssystem for nettdriften som har historie tilbake til 1993. Standardiseringssystemet kalles REN<sup>1</sup> og er en forkortelse for Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet, og industrien referer ofte til «REN-blad». I Norge er det forskjellige former og intervaller på inspeksjoner som er basert myndighetenes regelverk. I *Forskrift om elektriske forsyningsanlegg*<sup>2</sup> § 6-8 *Linjebefaring* heter det: «Luftlinjer skal befares i nødvendig utstrekning for å kontrollere at de er i forskriftsmessig stand»

REN anbefaler:

- Toppbefaring minimum hvert tiende år (REN 2044 og 8070)
- Tilstandsbefaring fra bakken hvert femte år (REN 2044)
- Linjeinspeksjon med helikopter eller fra bakken årlig (REN 2044)

For *toppbefaring* og *linjeinspeksjon* brukes det i dag helikopter i varierende grad hos mange av netteierne, mens *tilstandsbefaring* skjer til fots, ATV, eller snøskuter. REN har også foreslått en vedlikeholdsstrategi som er fundert på et risikobasert vedlikehold, gjennom tilstandskontroll, feilstatistikk for komponenter og erfaringer i bransjen.



Figur 2 er hentet med tillatelse fra REN AS og illustrerer *vedlikeholdsstrategi hentet fra REN blad 8015*

<sup>1</sup> [www.ren.no](http://www.ren.no)

<sup>2</sup> <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2005-12-20-1626>

#### 1.4.4. Hvilke problemer kan oppstå med kraftlinjer?

Det er flere typiske, men ulike feil som oppstår og som kan føre til avbrudd i strømleveransene. Dette handler om korrosjon, slitasje, sårskader samt deformasjon og forskyvninger på linjer. Se **appendiks 1** for mer informasjon, inkludert inspeksjonsdetaljer.

#### 1.4.5 Droner - historie og utvikling

I følge Adam Rothstein (Rothstein, 2015, s. XV) er drone et luftfartøy, en computer og robot, og et monster som er i stand til å gjøre grusomme ting. Men en drone kan også være en helt! Droner har sin historie lengre tilbake i tid en man kanskje skulle tro. Allerede på slutten av 1800-tallet var det eksperimentert med ballongtyper droner, og i slutten av første verdenskrig ble det eksperimentert med fjernstyrte fly.

I en interessant historisk tilfældighet, ble en dame ved navn Norma Jeane Dougherty, som senere ble kjent under navnet Marilyn Monroe - oppdaget av en «Stars and Stripes» fotograf da hun monterte sammen en fjernstyrte drone RP-5, på en fabrikk i Los Angeles.



Bilde 2: *Norma Jane Dogherty, senere kjent som Marilyn Monroe monterer sammen en drone i 1944.*

Bildet er hentet fra *Trajectory Magazine*<sup>3</sup>:  
“*From Radioplane to Walk of Fame*”

<sup>3</sup> <http://trajectorymagazine.com/2013-issue-4/item/1615-from-radioplane-to-walk-of-fame.html>

I 1981 sa Edwin Teller, mannen bak utviklingen av hydrogenbomben, at ubemannende luftfartøy kom til å bli like viktig som RADAR og computer var i 1935 (Rothstein, 2015, s. 52)

Kjært barn har mange navn, men felles for dem alle er at vi ved droner snakker om flygende gjenstander som er kontrollert i fra bakken, dvs. uten at det er piloter om bord. Det begynte med betegnelsen «drone» av forskjellig art, så ble termen UAV brukt, så FPV og nå RPAS. Det så lenge ut til at sistnevnte skulle bli stående fordi dette var betegnelsen i ICAO brukte fram til ICAO RPAS Symposium i Montreal, mars 2015<sup>4</sup>. Men vi ser i skrivende stund at EASA nå forbereder nytt felles europeisk regelverk for disse luftfartøyene, og at det igjen tas i bruk benevnelsen «drone».

I fra ganske tidlig i luftfartshistorien har vitenskapen fjernstyrt flygende gjenstander til forskjellige oppgaver der en ikke ønsket å ha mennesker i maskinene, som oftest av sikkerhetsmessige årsaker. Disse er og har vært misjoner som kunne være farlige, operere over lengre tid eller at operasjonen måtte ha et større bakkebasert team for utførelsen.

I tråd med den tekniske utviklingen har også systemene blitt til dels mye mer kompakte, mer avanserte og mer pålitelige ettersom årene har gått. I den senere tid har meget avansert utstyr blitt mulig å kjøpe over disk for den menige mann, og relativt rimelig. Utviklingen av mindre droner har tradisjonelt hatt sin evolusjon de siste par tiårene gjennom hobby, der ivrige modellflygere har bidratt svært mye. Industrien bak modellflyging generelt har også hatt en rivende utvikling helt siden sekstitallet, og i dag er utstyr som selges av et utrolig utvalg, både med hensyn til kvalitet og bruksområder. Og nå er også droner i alle størrelser tilgjengelig overalt. Den observante kan jo omtrent daglig lese om bruk av droner i nærmest alle mediesammenhenger, spesielt for kamerabruk og filmopptak, gjerne der en tidligere benyttet helikoptre. Og opptakene blir bare bedre og utstyret billigere.

Innleie av helikoptre kan beløpe seg på 11-13000 kr timen <sup>5</sup>eller mer. En meget godt utstyrt drone kan kjøpes for prisen av én helikoptertime, og da sier det seg selv at valget gjerne går den veien, spesielt når operatøren egentlig ikke behøver veldig høy kompetanse for å fly en drone til enkle fotooppdrag. Når en i tillegg ser at bruksområdet for en kamerautstyrt drone er ganske mye større enn et regulært helikopter, er det naturlig at også helikopternæringen ser på muligheten til å tilby sine tjenester via droner. Og således endrer markedet seg med teknologien.

---

<sup>4</sup> <http://www.icao.int/meetings/RPAS/Pages/default.aspx>

<sup>5</sup> [http://www.heliwing.no/u/t\\_Priser.htm](http://www.heliwing.no/u/t_Priser.htm)

Mange seriøse og viktige samfunnsaktører ikke er klar over de mulige bruksområder som finnes for droner. Utviklingen er så rivende at myndighetene ikke er i stand til å holde tritt med lovregulering av systemene. I skrivende stund finnes bare en meget begrenset regulering for sivile droner for ikke-kommersiell bruk i Norge, og reguleringen kobler droner med ordinær modellflyging i noen grad. Intensjonene er at alle operasjoner skal gjennomføres på en slik måte at det ikke medfører fare for ordinær luftfart eller skade på person eller eiendom.

De fleste andre land er på ulike nivå innen nasjonal regulering av droner der kruttet på en måte blir oppfunnet hver for seg, og regelverkene spriker mye. Men EASA har altså som målsetting å samle medlemsstatene til et felles regelverk innen få år. Det ble sagt fra lederhold på siste ICAO RPAS Symposium i Montreal i mars 2015<sup>6</sup> at «*RPAS revolusjonen kommer til å bli større en jetmotorrevolusjonen.*»

Skal et drone-system brukes kommersielt i Norge i dag, må en søke om godkjenning og vedlegge blant annet en beskrivelse av operasjonene, inkludert en proporsjonal risikovurdering. Om systemet skal brukes i luftrom der annen lufttrafikk også finnes, må dette segregeres, dvs. at droner og annen lufttrafikk må splittes slik at de ikke blir mulighet for at de skal kunne møtes i samme luftrom. Årsaken er at det ikke finnes gode nok systemer<sup>7</sup> for å kunne detektere annen lufttrafikk fra dronenes side. Men det jobbes iherdig i industrien for å lage systemer som kan bli pålitelige nok til å gjøre droner ufarlige for de bemannede luftromsoperasjonene. Systemene må bli ufeilbarlige i akseptabel grad slik at ikke sammenstøt blir mulig, og systemet må være av «flystandard», dvs. at de blir omhyggelig sertifiserte. Dette koster tid og penger, og vil ventelig bli relativt dyre duppeditter om bord, som må monteres om bord på bekostning av plass og annen nyttelast i dronene. I dag er det i all hovedsak bare store militære dronesystemer som kan ha kapasiteter til å ta hensyn til annen lufttrafikk.

Sivilt bruk, og da særlig i privat hobbyøyemed, benytter droner i stor grad uten å ha noe særlig form for luftromskontroll annet enn visuell observasjon. Normalt brukes systemene i lav høyde, dvs. i høyder under 500 fot der de vil være atskilt fra bemannet lufttrafikk gjennom *sistnevtes* etterlevelse av luftfartsforskriftene da de opererer over denne høyden. Men annen flytrafikk som militær luftfart, noen typer helikoptre og diverse utrykningsflyging kan operere under minstehøyde på 500 fot, og kan således likevel komme i fysisk konflikt med en drone, selv om en skulle mene at luftrommet er stort. Under brannen i Lærdal i 2014 ryktes det at det lå adskillige droner over brannen og filmet – inkludert medias innleide systemer.

---

<sup>6</sup> <http://www.icao.int/meetings/RPAS/Pages/default.aspx>

<sup>7</sup> Detect and Avoid Systems



Redningshelikoptre som fløy inn til området måtte ta spesielle hensyn til dette, noe som forhindret deres operasjoner i noen grad. Dette viser noen av de utfordringene som må adresseres per forskrift i framtiden.

#### **1.4.5.1. En rask utvikling**

Det er ikke lenger slik at dronefartøyene må *bygges* i særlig grad som en gjorde med modellfly i gamle dager, for det er i de fleste tilfeller kun snakk om timer med *montering* før maskinen blir flyklar. Dette gjør at mange flere uten særlig teknisk bakgrunn kan bli droneoperatører.

«Byggesettet» av dronen inkluderer ofte både radioutstyr og kamera, samt batterier for en rimelig god operasjonsradius. Og alt kan modifiseres med ekstrautstyr som kan kjøpes i alle varianter, som oftest for en relativt rimelig penge. Industrien har gått i en retning der utvalget og kvaliteten har økt betraktelig mens prisene har stupt, takket være en ekspansiv produksjon i øst. Dronene er oftest quadrokoptere<sup>8</sup>, dvs. fire-rotors-«kryss» og varianter av dette, som kan ta et underhengende gyrostabilisert kamera og annet utstyr. Flymaskinen er i seg selv stabilisert ved ganske avanserte tre-aksede gyroer og stand til og hovre perfekt over det aktuelle objektet, noe som bidrar til at de blir svært godt egnet til filming, spesielt i nærområdet uten altfor stor aksjonsradius. De kan veie alt i fra et par hundre gram og oppover til mange kilo. Mennesker har sågar vært løftet med de største av dem! I følge Adam Rothstein (Rothstein, 2015, s. 37) var «The Roswell flyer» det første fjernstyrte kommersielle quadcopter og var designet av Mike Dammers i 1991.



Bilde 3: «Dji-Phantom» serien er et av verdens mest populære quadrokoptere.

Hentet fra leverandørens hjemmeside<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Gjerne kalt bare «quad»

<sup>9</sup> <http://www.dji.com/product/phantom-3#page3>

Den omfattende utviklingen innen hard- og software har ført til at tidligere styringsproblematikk på denne typen droner egentlig ikke er et tema lenger. Operatøren kan derfor i større grad konsentrere seg om bruken av dronen som for eksempel kameraverktøy.

Det utvikles også systemer for at droner skal kunne fly autonomt. Operatøren kan forhåndsprogrammere en rute som dronen skal følge via en innebygget autopilot, slik at brukeren kan fokusere på selve filmingsbiten mens dronen flyr selv.

Om flygingene skal gjøres manuelt er det ikke like enkelt å få til god filming samtidig. Noen velger av den grunn å dele oppgaven med en hjelper, slik at én flyr mens en annen dirigerer og filmer. De mer avanserte versjonene sender live sendesignaler til bakken slik at piloten «ser» det som dronen ser ved hjelp av digitale briller som omslutter operatørens ansikt. I brille-display'et kan han få opplysninger om fart, høyde, posisjon, strømtrekk og andre nødvendige opplysninger for navigeringen. Dette kan oppleves så utrolig realistisk at piloten kan få problemer med å stå støtt!

I dag skilles operasjonene gjerne gjennom *rekkevidden* av systemene. Til nå har vi beskrevet VLOS<sup>10</sup>, der en i praksis har kontinuerlig øyekontakt med dronen. Mer avanserte systemer kan navigere via GPS (satellitnavigasjon) eller annen type, slik at de kan fly svært langt i såkalte BLOS<sup>11</sup>-operasjoner, gjerne milevis avgårde.

#### **1.4.5.2. Operasjon av autonome systemer**

Når man sender opp RPAS<sup>12</sup> med autonome systemer vil som regel start og landing være styrt av en operatør fra bakken manuelt, men de fleste systemer vil både kunne ta av og lande automatisk. Systemet vil ta over etter at operatør sender en kommando fra sin fjernkontroll. Når dette gjøres vil luftfartøyet da følge sin forhåndsprogrammerte rute uten at noe blir gjort fra bakken. Betegnelsen «RPAS» er egentlig ikke en dekkende beskrivelse for autonome operasjoner. Det er ikke «Remotely Piloted» lenger, men vil kunne være under valgfri kontroll så lenge signalene fra fjernstyringen på bakken kan nå luftfartøyet. Det betyr at man kan ta over og fly manuelt om man ønsker det, forutsatt at en har visuell kontakt eller telemetri som overfører data, eller styrekamera om bord der piloten faktisk kan se flyet fra «cockpiten», dvs. brille-display'et. Selv om en ved autonome systemer kan programmere en drone til å fly fra A til B, vil det som regel være mest hensiktsmessig å lande på samme plass som man tok av fra.

---

<sup>10</sup> Visual Line of Sight

<sup>11</sup> Beyond Line of Sight

<sup>12</sup> Remotely Piloted Aerial System

### **1.4.5.3. Driftskostnader**

Når først investeringene er gjort for et dronesystem, vil spørsmålet om prisen på driftskostnader og vedlikehold melde seg. Avhengig av størrelse og kompleksitet er dette ikke helt enkelt å konkretisere generelt, men det er generelt sett få bevegelige deler på en typisk «quad», og elektronikk har en tendens til å holde godt under normale temperaturer. Elektromotorer av dagens standard er børsteløse og har derfor stort sett kun slitasje på lagre. Batterier har i dag utrolig kapasitet i forhold til for få år tilbake, vanligvis oppbygd med litium kombinert mot diverse typer metaller. Summen av alt som da finnes i en drone blir gjerne få bevegelige deler som kan slites, pålitelig elektronikk og velprøvde kommunikasjonssystemer begge veier som til sammen utgjør en meget velfungerende plattform for en rekke oppgaver. Og dette vil avstedkomme lite og enkelt vedlikehold og derved lave driftsutgifter. Nær sagt hvem som helst kan skru på en hobbydrone all den tid vi ikke snakker om større, kompliserte og tyngre innretninger.

### **1.4.6 Droneindustrien i Norge i dag**

I november 2015 hadde Luftfartstilsynet<sup>13</sup> registrert over 300 kommersielle aktører i det kommersielle markedet i Norge. Dette tallet øker hver eneste dag, både innen VLOS og BLOS. I tillegg ligger til enhver tid mange søknader til behandling hos Luftfartstilsynet, og saksbehandlingstiden er klart økende. Bare dette faktum tilsier at vi har en stor vekst blant kommersielle droneoperatører på alle områder.

### **1.4.7 Konvergerende markeder**

Droneindustrien og inspeksjon av kraftnettet er to konvergerende markeder. Dette vet vi fordi operatører i dronemarkedet allerede kommuniserer i stor grad med kraftindustrien med tanke på innpass. Et godt eksempel på dette kan leses på nettsidene til eSmart Systems<sup>14</sup>

### **1.4.9 Andre studier på området**

Det er skrevet en del om droner i academia på flere nivåer, men dette er i hovedsak i utlandet. Flere har forsket på bruksmuligheter i kraftnettindustrien, men har oftest satt dette i kontekst av

---

<sup>13</sup> [http://www.luftfartstilsynet.no/selvbetjening/allmennfly/UAS/Langsiktig\\_RPAS-fokus](http://www.luftfartstilsynet.no/selvbetjening/allmennfly/UAS/Langsiktig_RPAS-fokus)

<sup>14</sup> <http://www.esmartsystems.com/news-events/droner-gir-nytteverdi-for-nettselskapene/>

tekniske problemer, og derved fokuserer sin teori på tekniske løsninger. Dette gjelder også i noen grad i den norske oppgaven «Kartlegging av dronebransjen med hensyn på bruksområde for ubemannede luftfartøy i det elektriske kraftnettet» (Vandsemb, 2015), som vi ble gjort oppmerksom på via en av våre respondenter underveis. Det overnevnte mener vi blir litt for lite relevant sett opp mot vår problemstilling. Men vi har også sett masteroppgaver fra juridikum som omhandler lovtekniske aspekter med teknologien.

(Johansen, 2009)

#### 1.4.10 Regelverk for droner i Norge i dag

I disse dager legger Luftfartstilsynet siste hånd på det som skal bli en nasjonal forskrift for droneaktiviteten, og denne skal gjelde fra 1. januar 2016. Luftfartstilsynet har utgitt en AIC-N 14/13<sup>15</sup>, dvs. en orientering til markedet om gjeldende praksis for hvordan gi midlertidige tillatelser gjennom en godkjent operasjonsmanual. Maler i forbindelse med søknadsprosessen til Luftfartstilsynet finnes på deres hjemmesider<sup>16</sup>.

Grunnen til at *modellfly* også blir tatt inn i forskriftene er at droner kan gjøre krav på begge regelverk, for en drone kan defineres både som modellfly og drone, alt ettersom hvordan denne blir brukt. Luftfartstilsynet har da lagt seg på den linjen at dersom luftfartøyet (her: uten fører om bord) brukes som rekreasjon, sport eller konkurranse, blir det definert som modellfly, mens all annen bruk av fartøyet faller inn under dronedefinisjonen, i praksis kommersielle, forsknings- eller andre nytteoperasjoner.

Videre blir dronene definert inn i segmenter etter størrelse, ytelse og bruk. En må ta for seg alle tenkelige typer bruksområder når slikt skal klassifiseres, alt i fra om en velger å bruke en liten og lett drone til fotografering av hytta til en tung transportdrone som skal fly langt utenfor synsvidde, eller sågar i regulert luftrom. Den nye norske forskriften som er på trappene vil dele droner inn i tre RO-kategorier<sup>17</sup>:

#### RO 1

er operasjoner hvor luftfartøyet

- a) har en MTOM<sup>18</sup> opp til 2,5 kg og
- b) har maksimal hastighet 60 knop

---

<sup>15</sup> <http://www.luftfartstilsynet.no/regelverk/aic-n/article10861.ece>

<sup>16</sup> [http://luftfartstilsynet.no/selvbetjening/allmennfly/UAS/Mal\\_for\\_RPAS\\_operasjonsmanual\\_OM](http://luftfartstilsynet.no/selvbetjening/allmennfly/UAS/Mal_for_RPAS_operasjonsmanual_OM)

<sup>17</sup> RO = RPAS-Operatører

<sup>18</sup> Max take-off mass

## RO 2

er virksomhet hvor luftfartøyet

- a) har en MTOM opp til 25 kg og
- b) har maksimal hastighet 80 knop

## RO 3

er virksomhet hvor luftfartøyet

- a) har en MTOM på 25 kg eller mer, eller
- b) har maksimal hastighet over 80 knop eller
- c) drives av turbinmotor, eller
- d) skal operere BLOS høyere enn 120 meter, eller
- e) skal operere i kontrollert luftrom høyere enn 120 meter, eller
- f) skal operere over eller i nærhet av folkeansamlinger (...)

Forskriften vektlegger *risikoanalyser* som et sentralt punkt for operasjoner i RO 2 og RO 3. Her skal alle potensielle operative og tekniske feilscenarioer drøftes og tilhørende tiltak beskrives for og mitigere risiko for skade på tredjeperson eller eiendom i en *operasjonsmanual*.<sup>19</sup>

### 1.4.11 Regelverk for droner i framtiden

Som det meste av regulering i luftfarten vil vi i framtiden gå fra nasjonale forskrifter til implementering av EASA-forskrifter, og de vil gjelde i alle medlemsland av EU og EØS. Når dette er på plass vil vårt eget bli skrinlagt samtidig, men signalene sendt vedrørende det framtidige EASA-regelverket er at filosofien bak blir nokså likt vårt eget, og at det kun blir overkommelige justeringer, kanskje til og med lettelser i noen forhold.

---

<sup>19</sup>Referanse til den nye forskriften eksisterer ikke eller er unndratt offentligheten til revisjon etter høringer er ferdig



Bilde 4: *Droneinspeksjon.*  
Med tillatelse fra Møre UAS

## 2.0 TEORI

I dette kapittel skal vi ta leseren gjennom de teorier som vi mener er aktuelt for å belyse i vår problemstilling. Vi diskuterer temaer som ny teknologi, Blue Ocean-strategier, penetrering av nye markeder og motstand mot forandring. Utfordringene blir forklart med utgangspunkt fra dronetilbydere og kraftnettindustrien.

### 2.1 *Strategi*

Om strategi er en kunstform, en vitenskap eller begge deler skal ikke vi ta en stilling til i denne oppgaven. En strategi må formuleres ut i fra endrede rammebetingelser, og krever en grundig evaluering.

*«En strategi innebærer en rekke planlagte tiltaksom er fastsatt på forhånd, og som blir vedtatt for å oppnå et bestemt mål»* (Roos, et al., 2014, s. 12)

*«Strategiarbeid er en ferdighet som må være like innarbeidet som total kvalitet, kortere gjennomløpstid og kundeservice»* (Roos, et al., 2014, s. 39)

I følge teorien over er det opplagt at en må komme opp med en form for gjennomtenkt strategi for å oppnå akseptable bedriftsresultater i en verden i rivende utvikling.

### 2.1.1 Ny teknologi

De fleste bedrifter har normalt strategier på et eller flere områder, men når *ny teknologi* kommer inn i bildet er det ikke lett å ha tenkt på forhånd hvordan man skal agere.

*«Når en bedrift satses på ny teknologi, kan det tenkes at den erstatter eller overflødiggjør tradisjonelle tanker om struktur, strategi, oppgave, størrelse og teknologi»* (Child & McGrath gjennom Jacobsen & Thorsvik, 2013 s 116)

Det er en viss fare for at bedrifter som introduserer ny teknologi ledes inn i ukjente farvann uten kart og kompass, og det er bare naturlig at strategiske beslutningstakere kan vegre seg for å introdusere dette. Men i kontrast til dette står altså kravet om å være innovative. Mer om dette siden.

### 2.1.2 Blue Ocean strategi

I ethvert marked vil evnen til å konkurrere være selve grunnlaget for en bedrifts eksistens, der mye av aktivitetene handler om på å sette rivalene til side. Slik er det også i kraftnettmarkedet. Det finnes mange tilbydere av elektrisk kraft, og media skriver at kundene blir mer bevisste på muligheten de har til å kunne skifte leverandører.

Når det kommer til akkurat det som vi skriver om, å bruke droner som verktøy til overvåking, er dette imidlertid så ny teknologi kombinert med at det ikke finnes mange tilbydere av dronetjenester på markedet så langt. Faktisk er det så få at vi hadde problemer med å finne dem. Av den grunn anser vi at både drone- og kraftnettindustrien kan dra nytte av en mulig «Blue Ocean»-strategi.

*Blue Ocean-strategien handler (...) om å skape nye paradigmer, virksomheter og markeds plasser som gjør at konkurranse blir irrelevant. I stedet for å konkurrere i et nullsumspill kan bedriftene eksistere side ved side i et ikke-nullsumspill hvor alle er vinnere (...). Blått hav (...) er uutnyttede markeder hvor behovene skapes, og hvor det er utsikter til svært innbringende vekst* (Roos, et al., 2014, s. 200).

Denne strategien blir helt ulik tradisjonell konkurransestrategi slik som vi er vant med begrepet, gjerne omtalt som «Red Ocean». En vil gjerne se på kraftnettmarkedet som gitt, fast i sine strukturer, og på mange måter er dette riktig. Men i den delen vi behandler er ny teknologi spiren til en mulighet for å *øke produktivitetsmarginene ved å utvide markedet slik at den økonomiske kaken blir større* (IBID, s 200).

Slik markedet er i skrivende stund tror vi at en ifølge Roos teori

1. Skape marked uten konkurranse
2. Gjøre konkurranse irrelevant
3. Konsentrere seg om «ikke-kunder»
4. Skape og fange opp ny etterspørsel
5. Bryte sammenhengen mellom dagens verdi og kostnad, i vår oppgave ved inspeksjoner gjennom billigere og bedre teknikk
6. Endre bedriftens organisering i retning av differensiering og lavere kostnader

### **1. Skape marked uten konkurranse.**

Våre innledende undersøkelser tyder på at det ikke finnes mye reell konkurranse i markedet innen droner som overvåkningsverktøy. Om vi snur på det og sammenligner droner mot dagens helikoptre og fotbefaringer, finnes konkurranse rent teknisk, der en veier det ene teknikken mot det andre om hva som gir best utbytte, bilder etc. Men om vi konsentrerer oss om droner er følgende forhold fakta:

- a. Droner maturitet er ikke ferdigutviklede i sitt vesen og har en vei å gå, spesielt for BLOS<sup>20</sup>/BRLOS<sup>21</sup> operasjoner
- b. Droneoperatørene hevder at droner tar mye bedre bilder
- c. Droner er generelt billigere og operere
- d. Dronepiloter med grundig nok utdanning er et stykke mellom
- e. All inspeksjon som helikoptre gjør i dag kan foreløpig ikke gjøres med droner<sup>22</sup>
- f. Tidsbegrensning<sup>23</sup>

Men tar en i betraktning de parametere som droner *kan* oppfylle tilfredsstillende i dag, har vi følgende:

- a. Toppbefaring
- b. Linjebefaring innen begrensninger<sup>24</sup>
- c. Eventuelt *med* BLOS tillatelse: En god del lengre rekkevidde, avhengig av type drone en benytter<sup>25</sup>
- d. Billigere operasjoner totalt sett

---

<sup>20</sup> Beyond Line of Sight

<sup>21</sup> Beyond Radio Line of Sight

<sup>22</sup> «Long range» linjebefaring, sterkere vindforhold, støybegrensninger

<sup>23</sup> Batteri

<sup>24</sup> Pilot må følge dronen på bakken

<sup>25</sup> Fixed-wing, multirotor med større batterikapasitet etc.



- e. Utviklingsmuligheter og innovasjoner i teknologi kan fort implementeres da sertifiseringer eller godkjenninger av droner og dens «payload» er en enkel sak i sammenligning med bemannet flyging

Slik det ser ut nå, med de enorme linjestrekkene som finnes i kongeriket, er det mye å ta av for å si det mildt. Om en kan halvere eller senke utgiftene som ligger i linjeovervåkning, vil sådant alltid tiltrekke seg kraftnettselskapenes oppmerksomheten. Om vi ser perspektivet fra kraftnettselskapenes side vil en oppdage at det ikke er så mange tilbydere av dronetjenester – du må nesten ha flaks for å finne noen. Og de en finner har gjerne mange andre og kanskje mer innbringende nedslagsfelter for dronene sine. Og kombinert med at inspeksjonsteknikk på kraftnett er nokså spesialisert, spesielt dersom selskapet ønsker seg komplett tilstandsrapport – vil det kunne rettferdiggjøres at mange er skeptiske til og bare «hente inn noen».

Men dersom det rekrutteres fra bransjen selv, kan det hende at tilbyderne vil leve et noe lettere liv av de overnevnte grunner. Om en således legger på bordet

- piloter som har godt over gjennomsnittlige evner,
- droner av tilstrekkelig høy kvalitet,
- piloter og øvrig personell som har kompetanse med hensyn til linjebefaring,
- pris som konkurrerer med dagens inspeksjonsteknikker,

kan det være større mulighet for å selge seg inn hos eget kraftnettselskap. Om et selskap med denne kompetanse og hardware dannes, vil de være alene i markedet i dag, eller kunne eksistere side om side uten konkurranse.

## 2. Gjøre konkurranse irrelevant

I punkt 1. over, utledes det å være alene i markedet i praksis vil gjøre konkurranse irrelevant. Videre vil dette kunne bli en normaltilstand i lang tid i aktuelt markedet. Roos skriver at «*Med utgangspunkt i det ressursbaserte perspektivet forklares forskjellen i bedrifters konkurranseevne ut i fra deres ressurser. Og bedriften defineres som en portefølje av ulike ressurser (...).*» (Roos, et al., 2014, s. 133)

*Vedvarende konkurransefortrinn kan kun baseres på ressurser som har følgende egenskaper (...)*»

I følge VRIN- rammeverket:

- *De må være verdifulle (Valuable).* I og med at dronetilbydere er så langt i mellom med etterspurt kompetanse og utstyr blir de automatisk verdifulle og reduserer

konkurransetrusler. Implementering av nye inspeksjonsstrategier ved droner forbedrer effektiviteten, og investeringer i dette er lavere enn inntjeningen

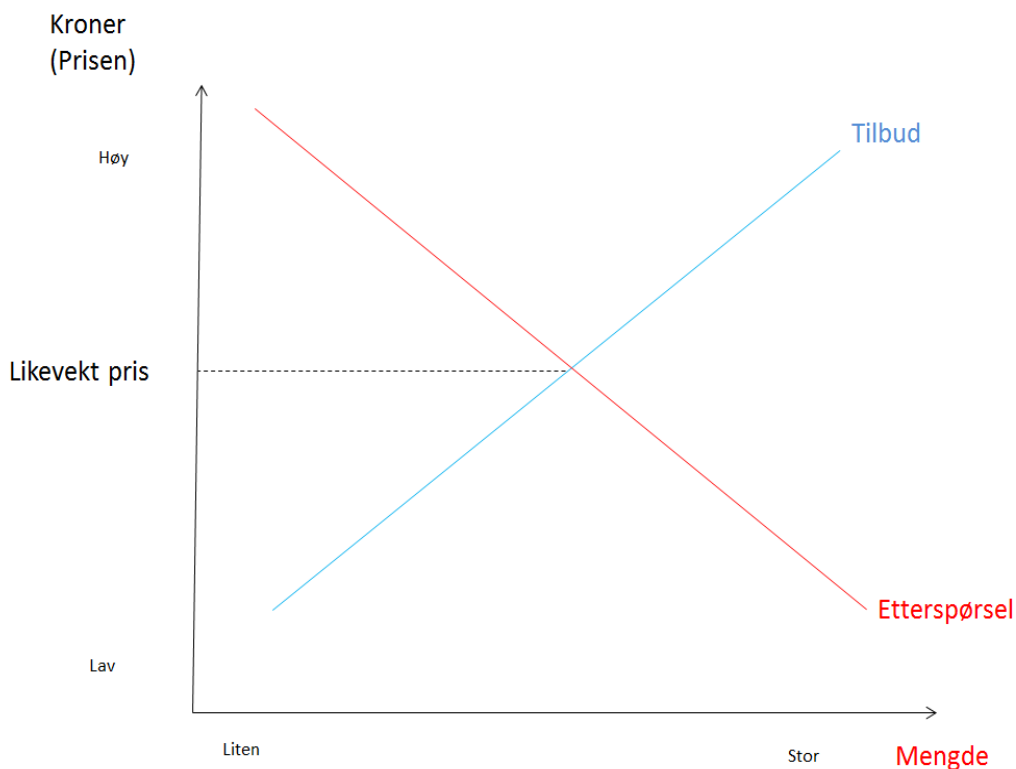
- *De må være sjeldne (Rare)*. I dag er teknologien svært lite utnyttet og dessuten sjelden vare. Svært få bedrifter utnytter dette og er i hovedsak i eksperimentstadiet, på noen få større bedrifter nær.
- *De må være vanskelig å imitere (Inimitable)*. Sett fra tilbydernes ståsted er kompetansenivået høyt for å kunne bruke droner som inspeksjonsverktøy, dessuten er dronene i seg selv ofte spesialiserte til formålet. Alt dette kommer ikke «rekenes på ei fjøl», men må læres på den harde måten, og det må investeres i relativt dyrt utstyr, men dog ikke i nærheten av hva dagens teknologi koster å kjøpe og operere. Ressursene er således kunnskapsbaserte og komplekse, noe konkurrenter ikke uten videre kan plukke opp eller etterlikne.
- *Det må ikke finnes likeverdige substitutter (Non substituteable)*. Vi hadde opprinnelig en forståelse gjennom vår innsikt i droneteknologien at de kunne frambringe bedre bildekvalitet enn helikoptre, grunnet nærhet til objektet. Og potensialet er enda mer lovende med de teknologiske nyvinninger som er på trappene. Strategien rundt bruk av teknologien skapes i stor grad av selskapet selv, også avhengig av om kunden skal vil bruke ressurser in-house eller ei.

### **3. Konsentrere seg om «ikke-kunder»**

Om man tar utgangspunkt i selskaper som leverer dronetjenester, er det ikke mange som har oppdrag i kraftnettindustrien til inspeksjon av linjer i dag. Dette kan kanskje skyldes at teknologien er ny i forhold til bruksområdet. Dermed må i så fall dronetilbyderen ut på markedet for å promotere sitt produkt. Dette kan bli gjort til et helt nytt segment av potensielle kunder, dermed må de konsentrere seg om «ikke-kunder»

### **4. Skape ny etterspørsel**

I klassisk tilbud etterspørselsteori viser en gjerne til den skrå kurven i diagrammet under. Men saken er den at *markedet vet ikke om tilbudet, ei heller hva en skal betale for varen*. Så på mange måter kan en si at kurvene ikke er skapte enda.



Figur 3: *Klassisk tilbud og etterspørselskurve.*

Å skape ny etterspørsel henger mye sammen med punkt 3, da en er bundet i markedsføringen til å vise fram hva en mener kunden mangler. Å skape ny etterspørsel krever at en kan vise til:

- nye kapasiteter
- billigere tjenester
- mer effektiv utnyttelse av ressurser
- tilgjengelighet og service

Klarer selgeren å overbevise en potensiell kunde om validiteten i de overstående argumenter er man i gang å skape ny etterspørsel. En kan kanskje argumentere for at vi i dag befinner oss i et «pre-Blue Ocean» marked av samme grunn.

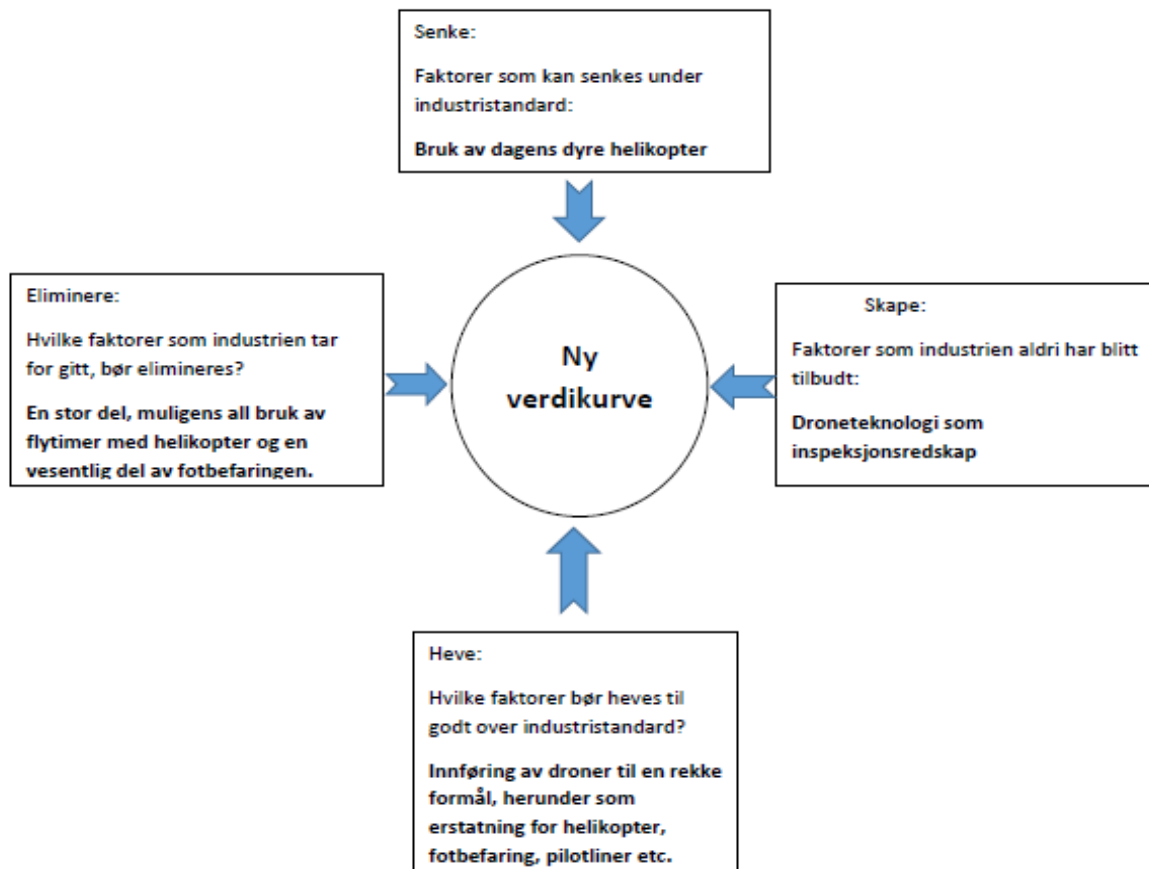
**5. Bryte sammenhengen mellom dagens verdi og kostnad (både søke merverdi for kunden og lave kostnader).**

Gjennom årtier med rutineoppbygging rundt og ved inspeksjonsteknologisk utvikling gjennom for eksempel helikoptre, har en pris vært lagt på bordet i lengre tid. Ved innhenting av tilbud og noen ganger anbud, velger selskapene sin operatør for inspeksjonene sine, og prisene er gjennomgående høye pr time. Dette fører blant flere ting til krav om «raske» inspeksjoner med mest mulig antall kilometer linje pr time. Dette fungerer da som en typisk knapphet på ressurser.

Men om en ser for seg at helikoptre blir byttet ut helt og fullstendig i, vil en ikke lenger ha en konkurransesituasjon mellom helikoptre og droner. Om en tenker videre at inspeksjonstjenesten kan gjøres for en estimert halvpart av dagens pris, og at det er få eller ingen andre konkurrenter i markedet, kan en si at det Blue Ocean bryter sammenhengen mellom verdi av tjenester og kostnad.

## 6. Tilpasse hele systemet rundt bedriftens virksomhet til jakten på differensiering og lavere kostnader

Roos beskriver et system bestående av fire faktorer, der en beskriver en framgangsmåte hvor en løser opp sammenhengen mellom lavkost og differensiering, og således danner en ny *verdikurve* i bedriftens inntekter. Tilpasses denne til vår problemstilling kan den se slik ut:



Figur 4: Verdikurve i kraftnett bedriftens inntekter, fritt oversatt fra Roos med eksempler

| Eliminere   | Heve   |
|---|--|
| Bruk av helikoptertimer<br>Avhengighet av eksterne leverandører                                   | Revidert inspeksjonsfilosofi<br>Konkurransedyktigheten til nettselskapet<br>Lønnsomheten                                       |
| Senke   | Skape  |
| Mindre bruk av klassiske inspeksjonsmetoder<br>Minske fotbefaringer<br>Prisene på elektrisk kraft | Droner som nytt inspeksjonsverktøy<br>Nye verdier<br>Revidere organisasjonen ved in-house inspeksjon<br>Miljø for ny teknologi |

Tabell 3: *Rutenettet eliminerer – senke – heve – skape*, fritt oversatt fra Roos med eksempler. (Roos, et al., 2014,p.202)

Således kan en tenke seg at en kraftnettoperatør kan senke sine kostnader ved å differensiere aktivitetene sine.

Om en ser markedet fra tilbydere av dronetjenester sin side, kan man forsøke å skape banebrytende strategier som åpner opp for nye nisjer og markeder, og som kan redefinere bransjen. Videre kan en se for seg en framtidig «Red Ocean»-strategi i bransjen der en vil konkurrere om «mulighetsandeler» i markedet, hvor teknologiene har en tendens til å fusjonere (se på mobiltelefonen!). Det er mange bevis på at bransjegrensene blir mer flytende eller mindre definerte i disse prosessene. Nye anvendelsesfelt kan bli innbringende, der innhøstet kompetanse i kraftnettindustrien kan nyttes i andre markeder, for eksempel inspeksjoner av ulike typer i vindmølleparker, oljeinstallasjoner «on shore» og «off shore», for å nevne noen store potensielle markeder. Ved å perfektionere sine tjenester kan en droneoperatør standardisere på høy kvalitet og faktisk minske pris i den grad at en kan finne på å løpe fra konkurrenten i dette markedet. Fritt gjengitt fra Roos. (Roos, et al., 2014)

### 1.1.3 Penetrering av nye markeder

Handler stort sett om det samme som å konsentrere seg om «ikke-kunder» og er utgangspunktet for dronetilbydere som i dette tilfellet antakelig må ut å skape et marked istedenfor å penetrere eksisterende. Dersom et kraftnettselskap driver in-house med droneinspeksjoner vil dronetjenesteleverandøren selvsagt måtte kunne penetrere dette markedet.

### 2.1.4 Motstand mot forandring

Innføring av ny teknologi som vil kunne tilveiebringe ny forståelse av mulighetsuniverset og således strategier for inspeksjon av kraftlinjer, og vil ventelig medføre forandringer i en bedrift, enten i seg selv og/ eller deres rutiner. Selv om idéen i seg selv kan være glimrende og teknologien overlegen, er det ikke alltid at den blir «solgt» veldig lett innad i en bedrift. Årsaken til at en mottakelse kan gå tregt eller blir direkte motarbeidet, kan være mange.

*«Det å sette seg fore å utforme og iverksette en ny strategi i praksis, spesielt hvis den innebærer endring i hvordan bedriften har drevet sin virksomhet og posisjonert seg før, er en utfordring. Dette gjelder kanskje spesielt bedrifter innen tradisjonelle bransjer og primærnæringer» (Roos, et al., 2014, s. 247)*

I følge Irgens (Irgens, 2005, s. 74) kreves det at mange ledere skifter fokus fra å konsentrere seg om virksomhetens tradisjonelle produksjon til å se på organisasjonen som ledelsens fremste produkt, om man skal utvikle dynamisk, lærende organisasjoner.

I et slikt perspektiv blir lederens oppgave i større grad å skape og omskape organisasjonen, dvs. bidra til at organisasjonen til en hver tid er i stand til å løse sine oppgaver og produsere varer og tjenester på en effektiv og forsvarlig måte

*«Lederen skal sørge for at organisasjonen gjennomgår den utvikling som er nødvendig for å være i stand til å utføre de oppgaver som venter. (...) Organisasjonsutvikling blir forbedringstiltak for å gjøre nødvendige endringer i organisasjonens handlingsmønster.» (IBID, s 74)*

Da bruk av drone er så ettertrykkelig i forkant av inspeksjonsteknologien blir det to egne typer endringer som må kunne fungere side om side, nemlig prosedyreendring gjennom ny teknologisk utvikling og organisatorisk utvikling som et resultat av førstnevnte.

Roos (Roos, et al., 2014) peker på flere forhold klassifisert i to grupper, *eksterne og interne barrierer*. Bedriftens omgivelser vil alltid være en viktig innflytelsesfaktor på mange plan, og

en bedrift i en konkurransesituasjon er ofte helt avhengig av å holde et våkent øye med hva som skjer hos konkurrentene gjennom formelle og uformelle kontakter, tidsskrifter og internett for å nevne noe.

Roos nevner fem sentrale poenger innen *eksterne barrierer*:

1. **Ressursknapphet.** Å satse på produkter eller i vår sammenheng inspeksjonsmetoder, som gjør bedriften mer konkurransedyktig, og derved mindre eksponert for risiko, må være en riktig vei å gå. Å satse på framtidsrettet teknologi i en tidlig fase generelt vil kanskje være fordelaktig, især om bedriften er over en viss størrelse i markedet.
2. **Politikk.** Slik politikken overfor kraftleveranse er utformet i dag kan en dra de slutninger at en er blitt mer opptatt av robusthet i leveransene av elektrisk kraft. Det har lenge vært en trend at netteierne har håvet inn sin fortjeneste uten nok oppmerksomhet på vedlikehold av kraftnettverket (Finansdepartementet, 2015, s. 267). Midlet for å få rettet på misforholdet har blitt å innføre de såkalte KILE-avgiftene, der det vil koste nettselskapene meget dyrt å få avbrudd i leveransene. Og jo viktigere forbrukeren er som blir råket av bruddet, jo mer svir det for nettselskapet. Denne politiske kursendringen får selskapene til å vise mer oppmerksomhet på linjekvaliteten sin. Roos sier her at  
  
*«Det er derfor svært viktig at en har en systematisk tilnærming til dette, og at en hele tiden følger svært nøye med på utviklingen. I denne sammenheng kan det være nyttig å ha en løpende vurdering av de aktørene som har stor innvirkning på virksomheten, og at planleggingsprosessen letter arbeidet med å møte denne barrieren mot effektiv iverksettelse»* (Roos 2015, s 273) om maktskifter og eksterne barrierer.
3. **Holdninger.** Det er en stigende oppmerksomhet og bevissthet rundt miljøspørsmål i samfunnet i dag, og dette har ført til at svært mange bedrifter har sett seg nødt til å endre sine rutiner for å sikre sitt omdømme. Med disse brillene på kan en se for seg at en tilnærmet lydløs form for linjeinspeksjon – til og med uten mye utslipp heller, kan senke ytre barrierer ved å bli mer miljøvennlig.
4. **Maktskifter.** Endringer i trender og samfunnets oppmerksomhet i er viktig for en bedrift å holde øye med.

«Bedriftene må forsøke å overvåke disse trendene og eventuelt senke sårbarheten ved å orientere bedriften bort i fra følsomme områder. Det er svært viktig at selskapet utvikler en gjennomtenkt og bevisst kommunikasjonsstrategi overfor interessegrupper for å sikre en forretningsstrategi som begge parter godtar, og som passer inn i forretningsporteføljen.» (Roos, et al., 2014, s. 273).

5. **Teknologi.** Teknologi ekspanderer så raskt at formelt regelverk svært ofte henger etter. Men ved å være i forkant kan inngående kunnskap i oppbyggingen av nyvinninger innen bedriften gi konkurransefordeler på flere plan. Samtidig vil dette også føre til at bedriften kan eller vil ha fordel av å være fleksibel i sine opprinnelige vedtatte forretningssegmenter og nedslagsfelt. Et nisjeprodukt kan være å selge dronetjenester til andre, både konkurrenter men tjenestene kan også overføres til helt andre applikasjoner.

Alle bedrifter som skal forsøke å endre teknologi eller strategier vil oppleve at det finnes interne bremses mot endringene. Roos nevner fem sentrale poenger innen *interne barrierer*: (Roos, et al., 2014)

1. **Manglende fleksibilitet.** Avhengig av bedriftens størrelse vil det fra tid til annen finnes interne «nessekonger» eller seksjoner som har sin del av den formelle eller uformelle makten. Alle slike konfigurasjoner vil kunne få problemer med kommunikasjonsflyt, gjerne grunnet i opparbeidet stivhet i organisasjonen, der gammel måte å gjøre tingene på blir sett på som hellig. Det er en utfordring å myke opp en gammel organisasjon i retning av å ta inn ny teknologi og innse at den kan være bedre enn årelang innarbeiding av en annen. Dette kan blant annet ha sin grunn i at personellet, inkludert eksekutivledet, er «satt» eller at bedriften lever i en semi-monopolistisk konkurransesituasjon. Et generelt fokus på tverrfunksjonalitet vil være en god start for oppmykning.
2. **Foreldet ledelse.** Dette henger sammen med forrige punkt, og raske endringer i teknologi krever like raske evner til å absorbere dette – inkludert å tilegne seg kunnskapen som dette impliserer i nødvendige ledd – og dette kan være mange. I oppmykningen ligger det innbakt at generell oppdatering av personellet må finne sted på kontinuerlig basis, ellers går en teknologibedrift fort undergangen i møte.



**3. Sneversyn.** Om en bedrift fokuserer uforholdsmessig mye på én side av produksjonen kan en oppleve en inntektsmessig slagside ved konjunktursvingninger som kan få store bedriftsmessige, men også samfunnsøkonomiske konsekvenser. På samme måte kan en hevde at kraftnettselskapene som utelukkende fokuserer på inntjening til sine eiere med et absolutt minimum av vedlikehold på linjene, kan forårsake at beredskapen for elektrisk kraft i store deler av kongeriket undermineres gjennom manglende vedlikehold. Dette vil kunne ført til hyppige kostbare strømbrydd for kraftavhengige bedrifter, men som ikke hadde gitt særlig konsekvenser for kraftleverandørene selv.

*«Høye utbytter vil (...) svekke selskapenes motivasjon for å levere gode resultater.»*

(Finansdepartementet, 2015, s. 267).

Som tidligere nevnt søkes altså dette motvirket gjennom KILE-kostnaden.

**4. Verdier, stil og tradisjoner.** En bedrift der kulturen er grunnfast og kommunikasjonen flyter lett tradisjonelt, vil ofte utfordringer også bli taklet på en tradisjonell måte. Roos sier at *«Utviklingen av felles verdier og tradisjoner kan (...) bli en sterk intern barriere mot endring. For ledelsen kan dette blant annet bidra til at evnen til å se endringer i omgivelsene svakkes, og til at det oppstår problemer med relokalisering av ressurser og prioritering i vekstområder»* (Roos, et al., 2014, s. 274). For å bøte på slike problemer er en nødt å legge ressurser i å snu bedriftskulturen i retning av de strategiske og taktiske disposisjoner som bør velges. Men her vil tydelig kommunikasjon være avgjørende.

**5. Makt.** En flat eller desentralisert struktur i ledelsen vil kunne støte på utfordringer i strategiimplementeringen av nettopp denne grunn. En tydelig ledergruppe og en konsekvent ledelse må fokusere på samarbeid innad i bedriften for å få til et helhjertet gjennomslag for de endringer som planlegges – på alle plan.

**6. Manglende kunnskap.** Roos antyder også implisitt i sitatet i punkt 4 at det kan være en barriere å overføre kunnskap fra en seksjon til en annen i en bedrift. Dette kan i ytterste konsekvens bli alvorlig i et konkurranseutsatt marked. Ironisk nok kan en ha teknologien tilgjengelig, men en er kanskje ikke i stand til å se eller utnytte de mulighetene som ligger i denne, ei heller se nye strategiske alternativer.

## 2.2 Organisasjoner

Ser vi på tilbydere av dronetjenester tror vi ikke det er kritisk hvordan de er organisert for å kunne tilby sine produkter hos nettselskapene. Vi har en formening om at det er unge firma som ikke består av mange personer, dermed burde veien fra teori som her er i form av en idé, til handling være kort. Vi er likevel interessert i å undersøke om de har forberedt seg godt når de skal overbevise en annen organisasjon om at deres produkt kan gjøre jobb kanskje både bedre og billigere enn hva nettselskapene selv gjør i dag.

*«en organisasjon er et sosialt system som er bevisst konstruert for å løse spesielle oppgaver og realisere bestemte mål»* (Jacobsen & Thorsvik, 2013, s. 18)

Om vi tar utgangspunkt i kraftnettselskapene har vi en formening om at det kan være flere faktorer som er med på å bestemme om de mener inspeksjoner i deres nett kan være et alternativ. Dette kan avhenge av flere faktorer som vi skal komme inn på.

### 2.2.1 Omgivelser

I en stadig mer kompleks verden er det ingen enkel sak å orientere seg om hva som skal til for å henge med i svingene for kraftnettselskapene. De som lykkes må mestre å analysere hva endringene i omgivelsen betyr for dem, samt kunne være i stand til å planlegge hva som skal til for å møte fremtiden. Man blir i en større grad tvunget til å tenke nytt etter hvert som innovative løsninger dukker opp. Vi ser for oss at de største utfordringer som må adresseres er møtet med de tekniske omgivelsene.

*«Tekniske omgivelser viser til alle forhold utenfor en organisasjon som direkte påvirker hvordan organisasjonen løser oppgaver for å kunne realisere sine mål (...). Disse omgivelsene har direkte betydning for organisasjonens effektivitet og produktivitet».*

(Jacobsen & Thorsvik, 2013, s. 201)

Nettselskapene må vurdere om:

- De kan produsere mere effektivt i form av inspeksjon med droner. De må måle dette opp mot hvordan de inspiserer i dag. Enten om det er i form av tradisjonell fotbefaring eller helikopter.
- De må kunne ta standpunkt til om dette vil få økonomiske konsekvenser i form av at resultatene endres.

## 2.2.2 Innovasjon

«Innovasjon er (...) omdannelsen av kunnskaper til penger», i følge Roos (Roos, et al., 2014, s. 395)

Vi har en formening om at alle som vil være kostnadseffektive bør ha et forhold til innovasjon. Siden vi har sett i media at noen nettselskaper allerede har kunnskap om droner, vil også graden av innovasjon i organisasjonen spille en rolle for hvordan et nettselskap tar sine valg.

For at en organisasjon skal være dyktig på innovasjon må den tilrettelegge for dette. Det betyr at de må:

- *Åpne opp for innovasjon i organisasjonen.*
- *Velge ut, forberede og støtte opp under riktig arbeidslag.*
- *Skape innovasjon sammen med sine kunder.*
- *Endre organisasjonen som skal stå for innovasjonen.*
- *Bygge opp et marked for innovasjon.*

(Roos, et al., 2014, s. 403)

Innovasjon oppstår ofte i forbindelse med ny teknologi i markeder, og har man innsikt i sitt eget marked kan innovasjonsvillighet gi

- **Verdiskapning** i form av ny teknologi.
- **Effektivitetsforbedring** som vil skapes av ny teknologi.
- **Verdikapring** kan skje der tilbydere av ny teknologi går inn i markeder som de normalt ikke opererer i. Dermed kan også «Blue Ocean» skapes.

## 2.2.3 Indre og ytre påvirkning.

Det kan være i form av at ansatte i kraftnettindustrien gjennom erfaringer i privat bruk har dannet seg en formening om at droner som verktøy kan bli nyttige i industrien, og således påvirke ledelsen. En annen reell påvirkning utenifra er å se at konkurrentene nytter droner til sin fordel.

## 2.2.4 Omstrukturering i organisasjonen

Vi kan tenke oss tre kategorier av kraftselskap som driver med inspeksjon av linjer:

1. De som er *uvitende* at ny teknologi eksisterer. Eller de som ignorerer den, de ønsker ikke å skifte til ny teknologi og er dermed brukere av gammel inspeksjonsteknikk.
2. De som *vet om teknologien* og som ikke benytter den i dag, men kan ha til hensikt å bruke den i nær eller fjern framtid.
3. De som allerede *braker teknologien*. Dette vil være de som er mest tilpasningsdyktige til omgivelsene og ny teknologi.

Verdikjeden har til formål å avdekke hvor i produksjonsprosessen man kan spare kostnader og hvor man kan forbedre verdiskapningen. Teknologiske endringer antas å skape nye markeder og dermed økte muligheter for profitt. Det er jakten på profitt som medfører at teknologiske innovasjoner introduseres for bruk i et marked. Teknologisk utvikling preges gjerne av en rekke ulike valg der fordeler og ulemper i alternative løsninger må veies opp mot hverandre.

Om en bedrift vil satse på ny teknologi, er muligheten for omstrukturering innad i organisasjonen et spørsmål som må vurderes. Dette avhenger igjen på organisasjonskulturen.

*«Hovedgrunnen til å studere organisasjonskultur er dermed antagelsen om at kultur kan være en viktig faktor for å forklare organisasjonens suksess»* (Jacobsen & Thorsvik, 2013, s. 126)

Bedrifter som i kategori 1 ikke forstår eller vet om droner sine muligheter i markedet eller som ignorerer de, er også uvitende eller ignorant om mulighetene dette vil bringe. Det vil heller ikke være aktuelt med organisatoriske endringer som følge av ny teknologi

Et kraftselskap som velger droner som teknologi vil ha flere valgmuligheter å introdusere dette organisasjonsmessig. En fellesnevner for de valg som gjøres er at de blir tatt med hensyn til materielle prinsipper. En velger den organisasjonsform som passer best med hensyn til faktorer som bedriftsstørrelse, teknologien som skal anvendes og oppgaver som skal løses samt de betingelser omgivelsene setter. De valg som så gjøres bestemmes av de valgmuligheter som er skapt av den innovative teknologien droner representerer.

Vi tenker oss de følgende scenarier i kategori 2 og 3 som organisasjonsstrukturen er avhengig av:

- **Om bedriften skal leie droner til inspeksjon av eksterne tilbydere.** Dette vil mest sannsynlig innebære at organisasjonen blir uforandret. Rasjonale bak dette er at vi

forutsetter at bedriften leide inspeksjonstjenester av helikopter tidligere, og dermed vil ha minimale utfordringer innad i organisasjonen for å leie inn annen teknologi. Likevel kan det være at spørsmål om den nye teknologien er så billig og bra at frekvensen på inspeksjonene og prosessering av innkommende data vil kunne økes betraktelig, og dermed vil kunne skape organisasjonsmessige utfordringer.

- **Om bedriften oppretter in-house dronetjeneste.** Dette kan gjøre bedriften mer fleksibel med hensyn på hurtig frekvensjustering av inspeksjoner, men også hvor raskt en slik tjeneste kan stille opp etter uvær eller andre uheldige hendelser, og hvor det normalt vil være kamp om ressurser for linjeinspeksjon. De vil med andre ord kunne oppnå større grad av redundans ved å søke uavhengighet av eksterne for å utføre jobben. Dette vil kreve omstrukturering i organisasjonen, men en kan velge å underlegge tjenesten til avdelinger som allerede finnes, om ikke man kan ønske å starte en egen avdeling. Etter grundig innkjøring bør det tas stilling til om tjenesten skulle selges til andre aktører, noe som kan være med på å gi bedriften flere bein å stå på under konjunkturedringer.

Spørsmål om organisasjonsmessige forandringer vil altså være avhengige av de teknologiske valg bedriftens ledelse velger for framtiden. Konsekvensene av de ulike beslutningsalternativer bør tilpasses bedriftens målsetning.



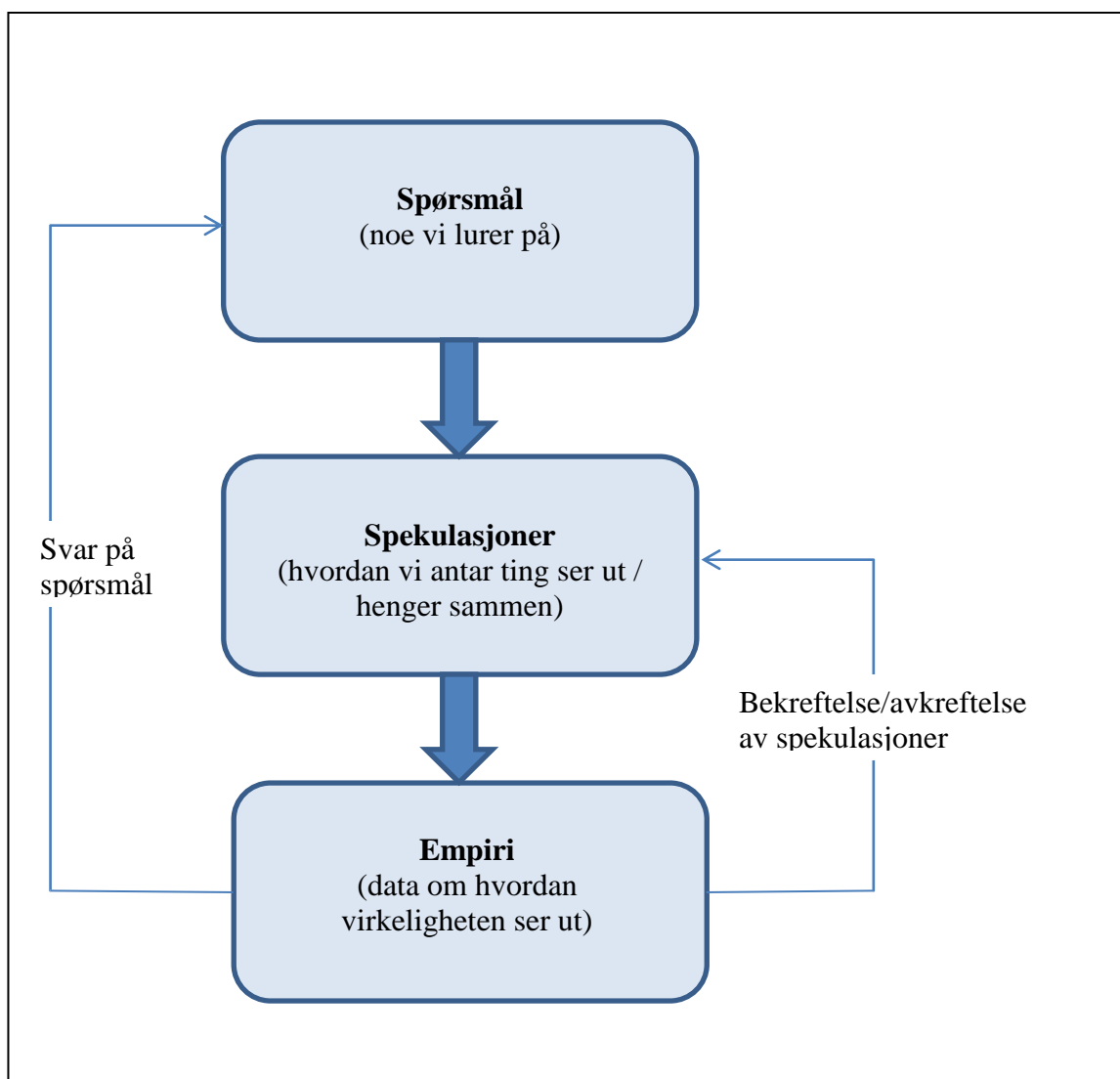
Bilde 5: *Turbindrevet tung drone.* Med tillatelse fra Robot Aviation.

### 3.0 METODE

I dette kapittel skal vi se på hvilke fremgangsmåter vi har valgt å gå fram for å finne svar på vår problemstilling. Vi søker å finne ut hvordan forholdene faktisk er, eller det som i forskningen kalles empiri. Det som måles må være relevant og pålitelig i forhold til de spørsmål vi ønsker å belyse.

I følge *Jacobsen* (Jacobsen, 2013, s. 19) styrer metoden oss til å gå gjennom spesielle faser når vi gjennomfører en undersøkelse, og den blir en oppskrift på hvordan undersøkelser kan gjøres.

Figur 5: *Gangen i en undersøkelse* (Jacobsen, 2013, s. 14)



«Metode er (...) en måte å gå fram på for å samle inn empiri (...) om virkeligheten.»

(Jacobsen, 2013, s. 24)

### 3.1 Valg av metode

Vi reflekterte en god stund på hva vi ønsket å forske på og hva vårt mål skulle være, men vi var tidlig enige om å undersøke en ny type teknologi som skyller inn over verden i en bølge, nemlig dronene. Dette er et mulig forskningsfelt som har utviklet seg til å bli utrolig stort og som på langt nær har endt i sin utbredelse. Vi tror fakta er at vi er bare i en sped *begynnelse* i en ny æra som vil endre store deler av tilværelsen i årene som kommer. Således må en slik oppgave begrenses til en meget smal sektor av fenomenet, men som kan belyses dypere. Og vi ønsket også at aktørene rundt dette skulle være mest mulig tilgjengelige for intervjuer, slik at tilfanget at informasjon og respons kunne forenkles mest mulig.

Det er bare å si det som det er at problemstillingen vår har vært gjennom en evolusjon, og snudd og vendt på mangfoldige ganger – og til dels justert et stykke fra opprinnelsen. Tenkingen rundt problemstillingen har vært veldig nyttig for å hjelpe oss å forstå hva vi egentlig vil med oppgaven og hvor vi ønsker at fokus skal ligge. Utover å få belyst problemstillingen, det vil si å svare eksakt på det vi spør om, ønsket vi også at problemstillingen skulle være begrensende i den grad at vår besvarelse virker fyllestgjørende, slik at våre lesere ikke får følelsen av at vi bare har berørt en del av problemstillingen i oppgaven. I tillegg ønsket vi at problemstillingen skulle være relativt enkel oppstilt gjennom å benytte ordene «fordeler» og «ulempen», der sistnevnte også innbefatter å belyse viktige *utfordringer* kunne gi assosiasjoner til videre tenking rundt emnet.

Addisjonelt søker vi sekundær datainnsamling, der vi berører noen økonomiske aspekter, dessuten litt om strategi og effektivitet.

Vi henter fram problemstillingen vår igjen:

- 1. Hvilke fordeler gir droner ved inspeksjon av kraftledninger?**
- 2. Hvilke ulemper/ utfordringer er det ved bruk av droner til inspeksjon av kraftledninger?**

Ved å ta utgangspunkt i disse problemstillingene vil vi diskutere i hvilken grad kraftnettindustrien erfarer at droner kan være et attraktivt inspeksjonsverktøy for kraftnettet, og hvilke faktorer som kan være med å fremskynde og/ eller hindre implementering av denne teknologien.

Oppgaven vår vil både gi en beskrivelse av muligheter, men også utfordringer bruken av droner representerer, samt å bidra til å frembringe kunnskap som kan gjøre det enklere for kraftnettindustrien å implementere denne nye teknologien.

### 3.2 Valg av metodedesign

Valget av design har som hensikt å belyse eller besvare våre forskningsspørsmål, men skal også klarlegge hvilke vurderinger vi lagt på bordet med hensyn til validitet/ gyldighet, samt reliabilitet. Vi ønsker å vise leseren hva vi har gjort og forklare hvorfor.

Innledningsvis hadde vi grovt sett valget mellom en deduktiv og en induktiv tilnærming, hvoretter vi valgte førstnevnte. Her er strategien å komme opp med en teori eller påstand, for så å undersøke og forske i fakta, for til slutt ende opp med en empiri som støtter eller avskriver forskernes problemstilling. Sistnevnte, en induktiv tilnærming, hentet *Jacobsen* fra Glaser & Strauss i:

*«En grunnlagt teori som er trofast mot hverdagsrealitetene på et substansielt område, er en teori som er grundig induert fra forskjellige data». Ved å ikke ha noen forutinntatte holdninger og forventninger skulle forskerne få tak i data som korrekt gjenga virkeligheten i en gitt sammenheng. De skulle sikre at informasjonen var relevant og riktig. Dernest kunne de utvikle teorier (Jacobsen, 2013, s. 29).*

Dette vil da være å gå motsatt vei av det vi har valgt, nemlig en deduktiv metode:

*«Tilhengerne av denne strategien hevder at den beste framgangsmåten er først å skape noen forventninger om hvordan virkeligheten ser ut, og dernest gå ut og samle inn empiri for å se om forventningene stemmer overens med virkeligheten » (Jacobsen, 2013, s. 28).*

Selvsagt kan kritikken mot denne typen datainnsamling påstå at det vil eller kan føre til at en bevisst eller ubevisst leter etter utplukket informasjon som støtter den forestillingen man har i utgangspunktet om resultatet. Til dette vil vi understreke for leseren at vi forsøker i best mulig grad å være objektive i både spørsmålsutforming, de åpne intervjuene, transkribering og til sist analysen for å motvirke denne mulige tendensen. Videre søkte vi å opprettholde en viss distanse til respondentene, slik at en skulle kunne unngå noen relasjon mellom forskere og forskningsobjekt. Utover at det praktiske i å gjennomføre spørreundersøkelsene gjennom



telefonintervjuer, følte vi at det ble skapt en form for profesjonell distanse også. Ringdal sier at «bakdel med et telefonintervju er at vi ikke ser kroppsspråket til informanten» (Ringdal, 2013, s. 244). Ulempen i vår metode blir derfor at noe informasjon går tapt da kroppsspråket forblir borte.

Vår tilnærming kan også beskrives i noen grad som *holistisk*, da de enkeltpersonene vi har plukket ut for intervju tilhører organisasjoner, og er således satt i en sammenheng av mer eller mindre kompleksitet. Her kan vi hevde at vi gjør en form for observasjon *i naturlige sammenhenger*, respondenten tilhører en organisatorisk setting og ble intervjuet i arbeidstiden. Derfor må vi være bevisste hvilken sammenheng de gir sine svar eller respons i.

Vår oppgave vil ta utgangspunkt i et deskriptiv design, også kalt for beskrivende design. Formålet med et beskrivende design er å gi svar på spørsmål som hva, hvilke, hvordan, hvem og hvorfor. Designet benyttes derfor når vi ønsker å beskrive eller finne sammenhengen mellom en eller flere begreper eller variabler. For at det skal være mulig å bruke et deskriptivt design er det en forutsetning at man har:

- En klart definert problemstilling
- En god formening om hvilke variabler og begreper som forklarer fenomenet
- Relativt klare hypoteser om hvordan variablene og begrepene påvirker hverandre
- En definert populasjon.<sup>26</sup>

Fred Selnes beskriver en rekke eksempler på problemstillinger i et deskriptivt design i *Markedsundersøkelser* (Selnes, 1998, s. 73). Her plukker vi ut noen av de som vi ser for oss som nyttige:

1. **TOTALMARKED** – Volum, verdi, trender, prognoser.
2. **SEGMENTER** - Identifiser segmenter, tallfeste størrelse, beskriv dem med hensyn til motiver/ kjøpskriterier, kjøpsatferd, (...), demografi, livsstil.
3. **KJENNSKAP** - Hvor mange som kjenner produktet, hvem som kjenner produktet, hvem som kjenner og utvikler.
4. **KUNNSKAP/PROFIL** – Beskrive kunnskap om produktet og oppfatning på et sett kriterier i forhold til konkurrenter.
5. **MERKENAVN** – Hvilken styrke har merkenavnet. Hva påvirker styrken og fordelingen i segmenter?

---

<sup>26</sup> <http://kunnskapssenteret.com/deskriptivt-design/>

### 3.3 Kvalitativ metode.

Gjennom innledende studium av forskningsdesign synes det som om den kvalitative metodens tilnærming er mer åpen for informasjon, at vi også kan risikere få til dels overraskende svar.

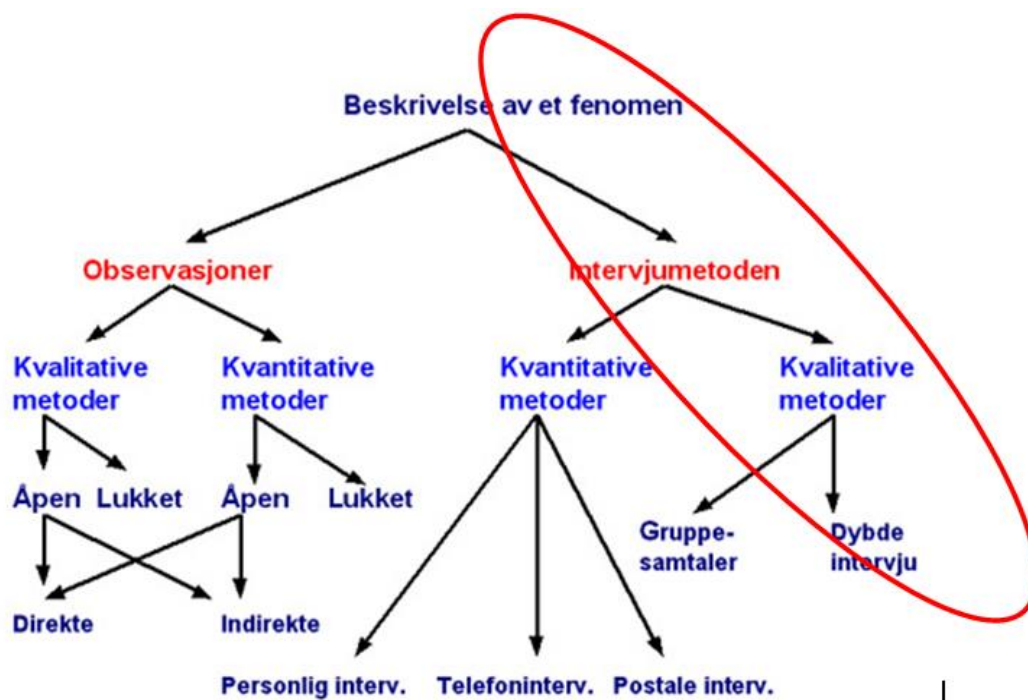
### 3.4 Det åpne, individuelle intervjuet

Jakobsen sier: «Som alle andre metoder for datainnsamling har det åpne individuelle intervju sine styrker og svakheter. Det vil derfor egne seg best under følgende omstendigheter:

- a) Når relativt få enheter skal undersøkes (...)
  - b) Når vi er interessert i hva det enkelte individ sier (...)
  - c) Når vi er interessert i hvordan den enkelte fortolker og legger mening i et spesielt fenomen (...)
- (Jacobsen, 2013, s. 142)

Vår metode var åpne samtaleintervjuer der vi hadde formulert en serie spørsmål med oppfølgingsspørsmål vi måtte gjennom. (Ringdal, 2013, s. 243). Her kunne respondentene utbroderte svarene sine, også gjennom justerte oppfølgingsspørsmål fra forskernes side.

Når vi søker beskrivelse av et fenomen benytter vi oss av intervjumetoden samt observasjoner som er gjort i markedet. Sistnevnte metode vil i vårt tilfelle vært mest aktuelt med kvalitativ tilnærming og dybdeintervjuer (til høyre i figuren under):



Figur 6 hentet fra: <http://kunnskapssenteret.com/deskriptivt-design/>

### 3.5 *Intervjuguiden*

Det er ulike måter å utforme en intervjuguide.

- Den ene ytterligheten har liten eller ingen struktur der intervjuet går mer i retning av en samtale mellom forsker og respondent, men emnet er forhåndsbestemt.
- I den andre enden av skalaen har forskeren produsert en strukturert og ordnet spørsmålsmatrise.

Vi har valgt å benytte en mellomting, dvs. semi-strukturerte forskningsintervjuer, der spørsmålene er forhåndskonstruerte, mens spørsmålene ble verbalt formidlet som tentative i intervjusituasjonen. Årsaken til dette er forskernes forestilling om at respondenten ville føle seg noe mer avslappet og at situasjonen skulle virke mindre «stiv» eller formell. Håpet var således at mer nyanserte svar kunne fremkomme. En generell fare med dette opplegget er at jo mindre strukturert et intervju er, jo mindre sammenlignbare er svarene, og jo mer tolkning kreves av forskerne.

Vi filosoferte også en del rundt rekkefølgen på spørsmålene i intervjuguiden. Sett med pedagogiske øyne mente vi at det kunne være smart å innlede med enkle spørsmål av relativ triviell karakter, slik som størrelse på kraftnettet deres, topografi, tilgjengelighet og så videre. Dette var av hensyn til «komme-i-gang-faktoren», til fordel for både respondenten og forskerne. Så kunne vi deretter med litt større selvtillit dra i gang de noe tyngre punktene i utspørringen. Å bygge opp intervjuguiden på denne måten gjør også bruk av en variant av *traktteknikken* (Ringdal, 2013, s. 208), der de generelle spørsmål innleder mens de mer spesifikke kommer etter hvert.

Spørsmålene som sådan ble bygget opp omkring hva eksakt vi ønsket svar på, og de dreier seg om å få svar på bedriftens fokus rundt linjeinspeksjoner generelt, vedrørende økonomiske betraktninger i inspeksjonsøyemed samt å belyse deres holdninger, meninger eller egenvilje til å innlemme ny teknologi i deres del av kraftnettindustrien, dessuten noe om hvordan ny teknologi kan implementeres organisasjonsmessig.

### 3.6 *Hva har vi gjort i vår undersøkelse?*

For å ha muligheten til å få et rimelig utfyllende responstilfang ønsket vi oss et utvalg i fra kraftnettindustrien på den ene siden, og i fra det vi antok var en tilbydergruppe av dronetjenester, uten at vi ville gå for grundig inn i deres forskjellige ståsteder.

Kraftnettindustrien delte vi inn i tre grupper:

1. De som ikke har kjennskap til droneteknologien
2. De som har kjennskap til droneteknologien og vurderer bruk av droner
3. De som bruker teknologien

Tjenestetilbyderne fra dronesiden delte vi ikke inn i noen kategori da vi tidlig innså at det ville være komplisert og i det hele tatt finne tilstrekkelig antall respondenter. Vi hadde en teori i utgangspunktet om at bruk droner var mer i utstrakt bruk enn som så. Det ble en tidlig «eye opener» for oss at det i realiteten viste seg å være så få. Derfor valgte vi og ikke lage noen kunstig klassifisering innen denne gruppen. Men det er i likevel en diversifisert typer tilbydere vi kom over som bidro til kunnskap:

- To firmaer som tilbyr en serie forskjellige tjenester, høyt teknologisk nivå.
- To firmaer som hadde formalisert grundig en forretningside med utgangspunkt i avanserte software-produkter. Disse har tilknyttede samarbeidspartnere som opererer droner.
- Ett enkeltmannsforetak.
- En droneleverandør som utfører tester for kraftnettindustrien.
- Tjeneste in-house i kraftnettselskap som deployerer droner til egne inspeksjoner.

Vi laget tre serier med spørsmål i vår intervjuguide som skulle brukes i vår kvalitative undersøkelse mot kraftnettselskapene, avhengig av bruk eller nivå av kjennskap til teknologien. (se vedlegg....) Disse seriene ble justert i forhold til de tre kategoriene av selskap nevnt over, slik at relevant informasjon kunne hentes inn i forhold til hvilken klassifisering de ble tildelt. I og med at det raskt ble åpenbart at alle respondenter hadde *noe* kjennskap til droneteknologien frafalt vi den første spørsmålsserien.

Først så vi for oss at vi skulle notere ned svarene for hånd under selve intervjuene, men gjennom litt nøyere planlegging innså vi nødvendigheten av å ta opp samtalene elektronisk, for så å transkribere dem ut i etterkant. Den prosedyren anså vi for å være atskillig mer nøyaktig i sammendraget, og ble således valgt. Ingen av respondentene hadde motforestillinger mot dette.

### **3.6.1 Å ivareta respondentens interesser**

Ethvert forskningsprosjekt må ha prinsippet om respondentens informert samtykke. Reglene har som retningslinje at «*Som hovedregel skal forskningsprosjekt som inkluderer personer, settes i*

*gang bare etter deltakerens informerte og frie samtykke. Informantene har til enhver tid rett til å bryte sin deltakelse, uten at dette får negative konsekvenser for dem»* (Forskningsetiske-retningslinjer, 2006, s. 13)

Respondenten har krav på å få kjennskap til vårt formål med spørreundersøkelsen og forskningens grunnlag. For å oppfylle dette kravet utferdiget vi et skriv som vi leste opp for hver respondent før intervjuet startet der vi ba om samtykke til opptak av samtalen utelukkende for transkripsjonsformålet. Respondenten ble forklart sin rett til å tilbakeholde sensitiv informasjon, at vi ville holde eventuell delt sensitiv informasjon konfidensiell og bare bruke denne i generelle termer uten identifikasjonsmuligheter. Dessuten presiserte vi at undersøkelsens validitet ville avhenge av fyllestgjørende og sannferdige svar – også til nytte for industrien selv som skulle lese oppgaven tilslutt.

### **3.6.2 Justering av spørsmålene underveis på bakgrunn av ny lærdom**

Vi så innledningsvis gjennom de første intervjuene at noen av de mest perifere spørsmål ble for irrelevant i henhold til problemstillingen. Av den grunn ble det gjort en mindre revisjon i intervjuguiden.

### **3.6.3 Konfidensialitet**

Et annet prinsipp vi måtte forsvare i vår studie av bedriftene er kravet om konfidensialitet. *«De som gjøres til gjenstand for forskning har krav på at all informasjon de gir, blir behandlet konfidensielt. Forskeren må hindre bruk og formidling av informasjon som kan skade enkeltpersoner det forskes på. Forskningsmaterialet må vanligvis anonymiseres (...)*» (Forskningsetiske-retningslinjer, 2006, s. 18)

Vi vil således ikke oppgi noen navn med mindre dette tillates i henhold til aktuell avgitt informasjon fra respondenten.

Det siste grunnprinsippet vi ønsker å følge for en etisk forsvarlig forskningsprosedyre handler om de eventuelle konsekvensene forskningen kan ha eller få for respondentene. *«Forskerne skal respektere de utforskede personers integritet, frihet og medbestemmelse. Forskeren har et ansvar for å unngå at de som utforskes utsettes for skade eller alvorlige belastninger»* (Forskningsetiske-retningslinjer, 2006, s. 12)

I praksis betyr utsagnet at vi som forskere må ta i betraktning om respondentene på noe måte kan finne på å lide noen form for overlast gjennom at de deler informasjon med oss.

### **3.6.4 Seleksjon av respondenter fra kraftnettselskapene.**

Vi gikk søkte gjennom en del aktuelle kraftnettselskaper på nettet for å finne både store, mellomstore og små aktører. Og der finnes alle størrelser, alt fra de som både produserer strøm selv og eier kraftnettet som distribuerer strøm selv videre, til de som kun eier kraftlinjer. Det kan være bare noe relativt korte strekker med begrenset antall kilometer med linjer, eller det kan være store avstander. En av de største har 220 000 master – der hver og en også skal inspiseres med jevne mellomrom! Aktuelle kraftnetteiere ble sendt e-mailer i god tid på forhånd, og vi beskrev i klartekst hva hensikten var med vår masteroppgave og hva vi ønsket å undersøke. Vi valgte så ut 9 ulike selskaper.

Validitet eller gyldigheten i den informasjonen vi ønsket å hente ut ble forsøkt sikret gjennom flere tiltak:

- 1) Forskernes eget ståsted
- 2) Å få rette personellet i tale fra selskapene
- 3) Tidsperspektivet

Under beskriver vi de overnevnte punkter i henhold til kraftnett- og droneindustrien.

### **3.6.5 Validitet hos kraftnettselskapene**

#### **Validitet: Forskernes eget ståsted**

For å sikre validiteten ble en del retningsgivende valg gjort. Et svært viktig punkt vil alltid være å legitimere oss overfor respondentene. Vi anså det som en mulig påvirkende opplysning fra vår side å informere om at vi jobber som inspektører i Luftfartstilsynet. Droneoperasjoner fram til nå har vært regulert gjennom et relativt uferdig regelverk (AIC- N 14/13). Dette, kombinert med ny teknologi i eksperimentfasen, gjorde at vi var vi noe engstelig for at presentasjonen av vår bakgrunn på noen måte skulle gi mulige droneoperatører innen kraftnettselskapene «kalde føtter» ved at deres bruk av droner kanskje var i ytterkant av Luftfartstilsynets tillatelser. Vår profesjonelle tilhørighet kom bare unntaksvis fram gjennom naturlig progresjon i samtalen. De får gangene dette skjedde presiserte at vi hadde lagt fra oss kappen og intervjuet respondentene strengt i henhold til at vi var masterstudenter – og kun det.

## **Validitet: Å få rette personellet i tale fra kraftnettselskapene**

En ting er at vi får en representant i fra et kraftnettselskap i tale, en annen ting er om vedkommende kan gi svar på det nivå vi ønsker. De kontaktede fikk rede på at «*Vi ønsker å snakke med personell som tar strategiske valg som vil være retningsgivende for bedriften og som kan hjelpe oss med å gi et bilde av inspeksjonskostnader og effektivitet*»<sup>27</sup> Gjennom våre ønsker om dette ble både selskapenes representanter selektert, og vi følte at vi i stor grad fikk snakket med de rette menneskene her.

## **Validitet: Tidsperspektivet**

Under selve intervjuene ble det aller først klarlagt hvilken gruppe vi skulle plassere dem i og således hvilke spørsmål som kunne besvares. Intervjuobjektene fra disse kraftlinjeeierne ble kontaktet per telefon for avtale om formell samtale. I løpet av innhenting av avtaler for intervjuer fikk vi tidlig inntrykk av at respondentene ikke bare kunne slippe alt de hadde i hendene når det passet oss, så avtalene var viktige, både når og tidsrom. Etter de første intervjuene var gjort ble det klart at det kom til å ta lengre tid med noen av dem enn de antatte 20 minutter som vi først forestilte oss. Men etter at vi kom i varmen virket det i nesten alle tilfellene som om tidspress på respondentens vegne ikke var noe problem, og vi fikk i grunnen tid nok til å få den utdypningen som vi trengte - i all hovedsak.

Det ble i alt ni respondentintervjuer fra kraftnettselskapene. Jakobsen advarer i sin bok om at vi kan risikere å få en for stor datamengde å prosessere, dessuten skriver han at «*vi vil fort oppleve loven om gradvis avtakende informasjon. For hvert nytt intervju som foretas, minsker andelen nye poenger som kommer frem*» (Jakobsen, 2013, s. 142). Vi vil kommentere dette med å si at han har nok helt rett i begge deler! Vi skal være ærlige å si at det var en stor fordel å lese teoriboka om hvordan gjøre undersøkelser før vi skred til verket. Derfor har vi gjennom å avgrense våre intervjuer i antall spørsmål og i antall respondenter, sikret at førstnevnte problem ble ivaretatt. Med hensyn til informasjonsmetning viste dette seg også å stemme i noen grad hos kraftnettselskapene, i mindre grad hos droneoperatørene.

---

<sup>27</sup> Innledende opplesning før intervju

### **3.6.6 Selektering av respondenter fra droneoperatørene**

Som antydnet innledningsvis var det ikke mye å velge mellom, men de få vi klarte å komme i kontakt med hadde for eksempel egne firmaer som tilbyr serier av forskjellige tjenester på høyt teknologisk nivå, enkeltmannsforetak i retning kraftindustrien samt foretak innen kraftnettselskapet som gjør egne inspeksjoner.

Relativt tidlig i prosessen ble vi klar over at denne teknologien er nokså prematur i industrisammenheng, noe vi kommer tilbake til i analysekapitlet. Fakta er derved på dette grunnlag, at vi måtte bare glede oss over de respondentene vi fikk i tale, og således vil validiteten lide noe under dette. Men vi tør forsøke påstanden at det ikke er noen vei utenom i skrivende stund. Om fem år kan kanskje et noe mer objektivt utvalg fra denne leiren kunne selekteres i en tilsvarende forskning. Men likevel fikk vi i alle fall respondentene spredt ved fra egne firmaer som tilbyr med en serie forskjellige tjenester, enkeltmannsforetak samt in-house foretak innen kraftnettselskap som forsøker å være innovative gjennom droneteknologi.

### **3.6.7 Validitet hos droneoperatørene**

#### **Validitet: Forskernes eget ståsted**

Også i denne delen av studiet – kanskje enda mer viktig her jamfør kraftnettselskapene, anså vi det som et mulig hinder i konversasjonen eller i datainnhentingene at vi begge jobber som inspektører i Luftfartstilsynet, en av oss jobber til overmål med akkurat droneoperatører og inspeksjoner den veien, samt regelverksutvikling. Her var vi spesielt oppmerksom på dette forholdet, som til dels kunne ødelegge den frie flyten av informasjon.

#### **Validitet: Å få rette personellet i tale fra droneoperatørene**

Blant respondentene finner vi personell over hele spektret, i fra administrerende direktører, Human Resource personell, folk som driver med FoU-prosjekter, forretningsutviklere, montører/ droneoperatører innen droneindustrien. Gjennom dette utvalget mener vi at vi fikk intervjuet individer som overbeviste oss om at de var godt informerte om egen bedrift og teknologi. Men ulempen her er at det ikke er rett fram å sammenligne svarene mot hverandre.



## **Validitet: Tidsperspektivet**

Intervjuobjektene fra droneoperatørene ble kontaktet per telefon for avtale om formell samtale. I løpet av innhenting av avtaler for intervjuer fikk vi inntrykk av at respondentene var mer enn villige til å samtale med oss rundt teknologien sin og mulighetene der i. Og selve intervjuene viste seg å være så interessante at vi skulle nesten ikke klare å avslutte. På en måte framkom det tydelig at de var interessert i å *selge* – et viktig punkt å huske i analysen. Her hadde vi ingen tidspress i noen retning, hverken i starten eller i slutten, og samtalen gikk løst og greit.

Det ble i alt seks respondentintervjuer fra dronetilbyderne. Dette er så pass få at vi mener at Jakobsens advarsel ikke kommer til direkte anvendelse, dvs. *Loven om gradvis avtakende informasjon*. Her fikk vi ny informasjon stort sett hele veien, men likevel kunne vi se klare konvergerende linjer i datatilfanget.

### **3.7 Kritisk gjennomgang av metoden**

Når vi setter sammen vår metode er det viktig å stille oss selv kritiske og refleksive spørsmål som kan åpne våre øyne for mer nyanse i vår oppfattelse av egen fortrefelighet. Under har vi listet opp en serie spørsmål som skal gi rom

#### **1. Hvordan vet vi at vi at vi har undersøkt det vi ønsker å undersøke?**

##### **a) Spørsmålstillingen.**

For å svare på dette før undersøkelsen er komplett i noen grad, vil bli særdeles vanskelig. Vi brukte veldig mye tid på å produsere spørsmål, for så å selektere ut de som vi følte ville gi direkte svar, enten som enkeltspørsmål eller som del av et emne. Vi kunne nok si ettersom intervjuene skred frem at noen av spørsmålene egentlig var noe perifere, da de spurte etter fakta som vi også kunne finne på nettet i etterkant eller helst i forkant. Eksempel på dette er fysiske størrelser på individuelt kraftnett, type nett og så videre. I retrospekt måtte vi i ydmykhet også innrømme for oss selv at vi helt klart burde ha satt oss noe mer grundig inn i typer kraftnett, inspeksjonstyper, –regimer og regelverk før intervjuene ble igangsatt. En følelse av bratt læringskurve ble resultatet, men til gjengjeld følte vi at vi lærte av våre feil og ble bedre og mer «profesjonelle» i de senere intervjuene. Og dette økte nok kvaliteten generelt i svarene også.

### **b) Er det noe marked?**

På forhånd hadde vi en teori om at det burde være et marked for droneteknologien da vi vet at inspeksjon med helikoptre er kostbart og svært spesialisert. Samtidig så vi for oss at mange flere kunne beherske droneteknologien – inkludert teknisk personell i kraftselskapene. Om en legger sammen punkter i vår teori: Billigere luftfartøyer, at sensorer generelt er blitt kompakte nok til å putte i droner, at eksisterende personell kan læres opp til å fly dem for bedriften, samt analysere billedata. Ut fra disse faktorer så vi for oss at her *måtte* det være et marked da prisene for inspeksjonene kunne minske dramatisk. I etterkant av undersøkelsen vår kan vi dra i tvil om markedet faktisk eksisterer foreløpig, spesielt sett i fra nettselskapenes side. Her hersker en utpreget konservatisme og mangel på innovasjonsorientering, spesielt hos små aktører. Mens fra den andre siden, hos tjenestetilbyderne, ser en helt annerledes på saken. Innovasjonen skulle jo først og fremst ligge i den leiren, og derved skulle *de* se på disse på mulighetene på en helt annen måte – og derved et marked. Et stort marked. Og kanskje i flere retninger enn som så?

### **c) Målgruppe, store og små selskaper**

Vi mener at målgruppene er representerte da vi på den ene siden har flere forskjellige kraftnettselskaper, definert på størrelse, men også at de som bruker droneteknologi og de som ikke bruker denne er med, selv om sistnevnte kategori virker å henge på gjerdet enn så lenge. Videre har vi på tilbudssiden vært heldige og fått med store selskap, enmannsforetak og tilbydere utskilt fra kraftindustrien selv, selv om vi kunne ønske oss flere ideelt sett. Vi kunne naturligvis gått bredt ut og hentet inn respondenter som ikke har hatt kraftlinjer i fokus i sin portefølje og intervjuet disse. Men da våre undersøkelser avdekker hvor spesialiserte operasjonene i virkeligheten er, mistenker vi at dette ikke ville båret noen frukt annet enn kanskje å opplyse respondentene selv om at det skal mye til for å komme i betraktning.

### **d) Representativer: Kan vi stole på respondentene?**

Det er nok noen forhold som kan tenkes å bremse påliteligheten i respondentenes svar. Det første som vi tenker på er å beskytte bedriften de representerer. Her er det i hovedsak to forhold som vi vil nevne: Økonomi og teknologi, der sistnevnte er del av første. Å dele sensitive opplysninger som konkurrenter kan utnytte er generelt sett skadelig, derfor kan en mistenke at når en berører sensitive emner vil svarene kunne bli rundet litt eller kjørt i generelle og mindre nøyaktige termer. Dette ville vi mitigere gjennom å opplyse om deres rettigheter til å tilbakeholde slikt materiale ved starten av samtalene, og utbe klar beskjed når vi nådde en grense. Ved noen få anledninger nådde vi deres selvpålagte begrensninger, men det vi ikke fikk svar på anser vi som lite påvirkende i sammendraget. Men det som gjaldt direkte priser på

inspeksjoner skulle vise seg å bli noe vagt totalt sett, men vi måtte tilstå respondentene rett til og ikke dele forretningshemmeligheter.

Innen benyttet teknologi virket det som om kraftnettselskapene i hovedsak er rimelig samkjørte, og at overvåkingen foregår med parallelle prosedyrer i alle selskapene.

Lovverket<sup>28</sup> som kraftnettselskapene følger har nettopp som formål at prosedyrene for overvåking blir korrekte og med adekvate intervaller<sup>29</sup>, slik at en opprettholder en høy standard på linjer og kraftverk i hele landet.

Vi har også gjort oss noen tanker om kjønnet på respondentene spiller inn som en faktor. Historisk sett vil mange hevde at kraftnettindustrien har vært og er fortsatt en mannsdominert industri, og det samme kan sies om droneindustrien. Sistnevnte har uten tvil sin evolusjon igjennom modellflyfenomenet over mange år. Og dette har også vært en mannsbastion i uminnelige tider, med svært få, men hederlige unntak. Samlet sett lar det seg nok ikke gjøre å dele sistnevnte gruppe inn respondenter av begge kjønn, selv om vi fikk tak i én kvinne som respondent her.

## **2. Hvordan stille spørsmål som gir svar uten intervjuers påvirkning?**

En stor utfordring ved spørsmålsstilling er å danne seg en teori, og klare å produsere spørsmål rundt dette og ikke minst stille dem verbalt – og fortsatt være helt objektiv i vesen. Samme hvor mye vi ønsker å ikke «veilede» respondenten vil vi trå over streken i vår iver, uvitenhet eller mangel på rutine. Dette søkte vi flittig å være oppmerksom på ved å prøve å la respondenten svare uten vår «hjelp». Men vi må nok tilstå at vi ble fort dratt med i samtalen, noe som helt klart påvirket respondentene i noen grad, både fra kraftnettindustrien og dronetjenestetilbyderne. Dette fenomenet kan nok være med på å styre svarene i vår teoretiske retning og skulle veies opp for i analysekapitlet.

Et annet fenomen som ble åpenbart i transkripsjonsfasen var at vi som spørsmålsstillere kunne være eller virke noe nervøse, slik at respondenten på en måte ble skyndet litt på, og vi derved ikke var flinke nok til å la vedkommende prate helt fritt. Enhver respondent vil merke dette og kanskje få problemer med å utlegge sine tankerekker. Slikt kan nok bli en feilkilde som vil forstyrre et etterstrebet, objektivt helhetsbilde. Dog må det vel også bemerkes at etter vi kom skikkelig i gang la «bli-kjent-med-nervøsiteten» seg, og samtalene forløp atskillig mer naturlig etterhvert.

---

<sup>28</sup> <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2005-12-20-1626>

<sup>29</sup> [www.ren.no](http://www.ren.no)

## Er svarene nok pålitelige?

Vi vil påpeke tre mulige kilder til upålitelighet, først og fremst non-intensjon:

- a. At spørsmålene *oppfattes* forskjellig i forhold til intensjonshorisonten
- b. At vi selv *tolker* respondentens svar forskjellig i fra vedkommendes svarintensjon
- c. At vi av *tidshensyn* ikke lot respondenten få nok tid til sine tankerekker for nyansering

Vår intervjuteknikk vektla å utlegge spørsmålene være så tydelig som mulig ifølge intervjuguiden vår. Men i og med at vår undersøkelse går kvalitativ vei kunne vi tillate oss vedhengende oppfølgingsspørsmål og oppklaringer underveis, samtidig som vi la opp til å være oppmerksomme på og ikke lede respondenten noen vei.

### 3. Hvilke slutninger er sikre og hvilke er mer tentative?

I en intervjusituasjon må vi ha rom for å motta svar i begge sjangere. Det er jo en forskers drøm å få klare fakta presentert, og som er direkte sammenlignbare med annen forskning og som kan gi noen form for ny og viktig kunnskap å bygge videre på. Det vil være minst like inspirerende og spennende for resultatet av en forskning og både få *fakta* på bordet til analyse, men også *tentative* antydninger som kan gi grobunn for litt akademisk spekulering. Førstnevnte vil utgjøre basis for analysen, mens sistnevnte kan gi insentiv til videre forskning, eller signaler om mulige framtidige scenarioer innen teknikk, økonomi og organisasjonsstruktur. I vår oppgave henter vi frem begge deler og behandler disse i analysekapitlet.

### 4. Hvilke overføringsverdi har resultatene?

Allmenngyldighet og generiske funn: Vi ser at begrensningene i *antall* respondenter kombinert med deres *ulike ståsteder* i mange sammenhenger, gjør at informasjonstilfanget blir noe lavt for å konkludere rundt allmenngyldighet. Men det er likevel imperativt å påpeke at det som vi finner av «kalde fakta» i form av fysiske prestanda og dets like naturligvis vil være allmenngyldige, og i noen tilfeller generiske. Angående overføringsverdier som omhandler rutiner, prosedyrer, teknisk forståelse av systemer osv. kan resultatene eventuelt brukes i andre bruksregimer uten at dette kan slås kategorisk fast som generisk.

## 5. Kan vi generalisere – hvorfor/ hvorfor ikke?

Vår oppgave kan ikke generalisere da vi har for få respondenter. Vi har valgt en studie basert på et intensivt forskningsdesign som metode, basert på et *lite* antall studieobjekter. I vår studie har vi intervjuet 9 respondenter fra kraftnettindustrien og 6 tilbydere av ulike dronetjenester for kraftnettindustrien. Hadde utvalget vært større, kanskje en gang i framtiden, ville nok mulighetene for generalisering innen kraftnettindustrien vært en større. Men om en skulle dra konklusjoner i generell retning kan nok våre resultater brukes mot et bredere grunnlag, dvs. at vi kunne konkludert der vi blandet inn flere dronetjenester enn bare i kraftnettindustrien. Da dette faller utenfor vårt fokus velger vi å ikke dra for vide slutninger.

### 3.8 Avsluttende bemerkninger

For å forstå utfordringene og mulighetene droneindustrien kan møte på i kraftnettindustrien ved linjeinspeksjoner må vi forstå hvordan begge leire tenker. Vi blir nødt til å forstå hvilke holdninger som er skapt og som skapes, ved å la to så vidt forskjellige kulturer møtes i en felles arena i vår masteroppgave.

Vi ønsker å beskrive noe om hva som er status i dag og hvordan situasjonen er vedrørende kraftlinjeinspeksjoner. Slik dette foregår tradisjonelt, og har gjort i årtier – er det en relativt dyr, men utviklet til en effektiv inspeksjonsteknikk. Men vi ønsker samtidig en objektiv tilnærming for å forstå hvordan en innovativ innflytelse kan påvirke framtiden. Vi er nysgjerrige på om droneteknikk kan forenkle, eventuelt gjøre inspeksjonen like bra eller bedre enn med dagens teknikk, også med hensyn på kostnadene, der vi også vil kartlegge de viktigste begrensningene som forekommer i skrivende stund. Videreutvikling av teknologisegmentet kan snu opp-ned på dagens oppfatning av de mulighetene som finnes. Undersøkelsen skal ta et tverrsnitt på det nåværende tidspunkt og gi en dagsaktuell status om du vil – en forklaring på virkeligheten slik den fremstår eller oppfattes i dag.

Det kan vise seg utfordrende å måle endringer som måtte komme på et senere tidspunkt med tanke på både på teknologi og behov. Teknologi – fordi utviklingen raser fortere enn vår oppgave; behov- fordi nye muligheter åpner seg i samme takt.

*Jacobsen sier at «Istedenfor å snakke om rene induktive eller deduktive tilnærminger er det i dag blitt vanligere å snakke om mer eller mindre åpne tilnærminger til datainnsamling, dvs hvor store begrensninger forskeren bevist legger på data som skal*

*samles inn, før han eller hun starter undersøkelsen. I noen tilfeller vil forskeren legge sterke føringer på informasjonen, f.eks. ved bare å se på noen få forhåndsdefinerte fenomener. I andre tilfeller vil forskere gå åpnere ut og være mere mottakelige for ny og overaskende informasjon som de ikke hadde tenkt på før undersøkelsen startet»*  
(Jacobsen, 2013, s. 35)

Vår forskningsstrategi vil være en eksplorerende problemstilling med kvalitativ metodisk tilnærming. Som et ledd i vår åpne tilnærming mot problemstillingen, la vi også til rette for at respondenten fritt kunne belyse noe om:

- Hva det er som kan påvirke et kraftnettselskap til å gå for ny teknologi.
- Eventuelt hva det er som gjør at noen ikke ser dette som nødvendig.
- Om det er det så elementært som mange tror å inspisere kraftlinjer med droner.

Vi tilstreber å være åpen for alle tilnærminger intervjuene vil føre oss fram til.



Bilde 6: *Hexacopter med kamera.*  
Med tillatelse fra Møre UAS

## 4.0 Analyse

«Analyse av kvalitative data (...) dreier seg om tre ting: Beskrive, systematisere og kategorisere, sammenbinde» (Roos, et al., 2014, s. 186)

I vårt analysekapittel vil vi drøfte resultatene av våre spørreundersøkelser. Vi har valgt å ikke splitte analysen inn i rene resultat- og diskusjonsdeler, men heller å binde disse sammen noe ved å legge til våre kommentarer. Dette har som hensikt:

- Å skape en rød tråd gjennom en forskning som inneholder svært mange betraktninger og kalde fakta.
- Å skape en sammenheng mellom vår spørsmålsguide, respondentenes svar, konsensus og til slutt empiri.

I boken «Enhet og mangfold» sier Kristen Ringdal at analysen består av å abstrahere fra utsagn som gir mening for informanten, til utsagn som gir mening til forskeren (Ringdal, 2013, s. 251)

-Avslutningsvis i dette kapitlet vil ekstrahert empiri på en praktisk måte konnekteres mot relevant teori. «Analyse av kvalitative data er vanskelig fordi det ikke finnes standardiserte teknikker (...)» (IBID s 248)

For å kunne forklare hvordan vi har bygget opp vår analyse ser vi for oss et flytdiagram formet som en slags «trakt», der våre intervjuer med tilhørende spørsmål er samlet i en stor bolk øverst. Den fasen er systematisk satt sammen, men virker muligens visuelt divergent. Under denne kan leseren se at spørsmålene gir oss svar fra respondentene fordelt i to bolker, en for kraftnettselskapene og en for dronetjenestetilbyderne. Førstnevnte er delt i to gjennom at noen krefnettselskaper bruker droneteknologien, andre kjenner til den men bruker den ikke. Opprinnelig la vi opp til en integrert bolk til for de som ikke kjente til teknologien, men denne er altså tatt bort da ingen respondenter mente å tilhøre kategorien.

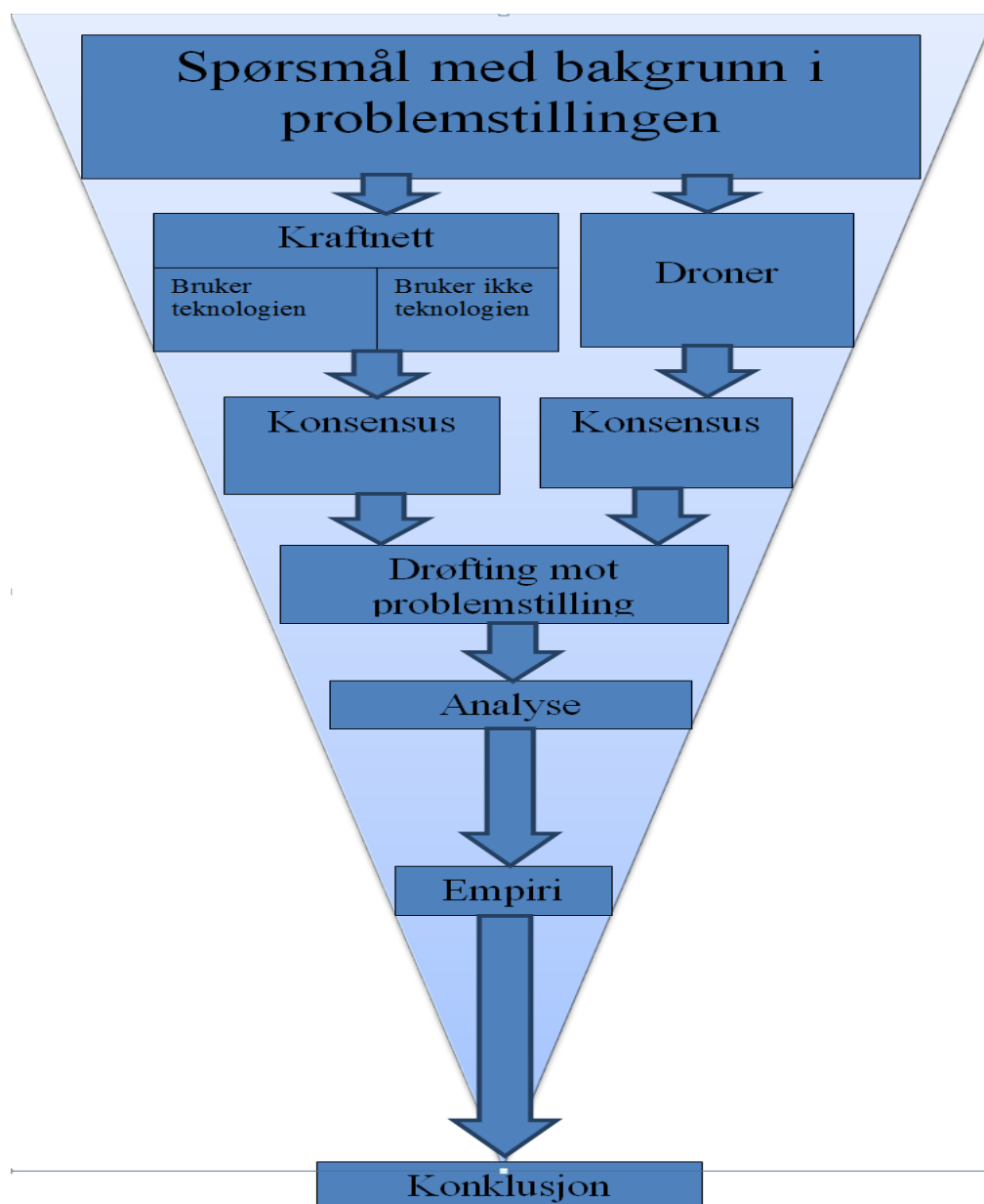
Ut i fra svarene samles konsensus fra begge leire, så langt uten nevneverdig tolkning fra vår side, dog må noe nødvendigvis tones ned, andre responser forsterkes i forhold til vår forståelse av svarene.

Så samles konsensus fra hver side via tolkning i drøfting mot problemstillingen. Deretter analyseres konsensus, for så å havne i en egen boks som kalles empiri.

Nå vil vi bruke den samlede empirien og sette denne opp i mot vår problemstilling for å dekke denne gjennom analysen.

«Hensikten med analysen er å gjøre spranget fra observasjoner til vitenskap (... )»  
(Ringdal, 2013, s. 249)

Avslutningsvis, og helt i bunnen av trakta, ser leseren at vi vil diskutere vår analyse i kritisk søkelys der kritikk og våre argumenter forhåpentligvis skal ende opp i en forståelse om hvor vellykket vår forskningsmetode har vært. Etter analyseprosessen har gått gjennom trakta vil den ende opp i vår konklusjonen i det neste og siste hovedkapittel.



Figur 7 Grafisk framstilling av masteroppgaven



## 4.1 Spørsmålene

Av pedagogiske årsaker hjelper vi leseren ved å minne om problemstillingene våre:

**1. Hvilke fordeler gir droner ved inspeksjon av kraftledninger?**

**2. Hvilke ulemper / utfordringer er det ved bruk av droner til inspeksjon av kraftledninger?**

Gjennom de spørsmålene vi har formet og de påfølgende svar vi har fått fra respondentene skal vi nå søke å se om vi faktisk har fått besvart våre problemstillinger. Derfor begynner vi nå med å samle konsensus fra hvert enkelt spørsmål fordelt på to hovedbolker, der førstnevnte er delt i to, ikke tre som først tenkt.

### 1. Kraftnettseskaper

- a. Bruker droneteknologi
- b. Kjenner til og vurderer droneteknologi

Avhengig av om teknologien brukes eller ikke varierer spørsmålene noe. De som ikke bruker teknologien er seks i antall, de som bruker teknologien er tre.

Generelt kan vi si at de første spørsmålene er ifølge metoden vår formet slik at en skulle få svar på trivielle og enkle ting, men gjennom dette danne et bilde av hvor store kraftnettselskapet var, dets fysiske størrelse samt danne oss et bilde av infrastrukturen deres. Dette var første hensikt, en annen er den psykologiske, nemlig å få prat til å gli over enkle temaer. Disse ble av bekvemmelighensyn gitt bokstavkategorier, og er like i begge underbolkene. De øvrige spørsmål ble nummererte og tilpasset bruk eller ikke-bruk av droner.

### 2. Dronetjenestetilbyderne

Vi ville ikke differensiere på spørsmålene til dronetjenestetilbyderne da vi i utgangspunktet hadde en formening om at dette utgjorde en rimelig homogen gruppe. Det skulle vise seg at de definitivt tilhørte forskjellige kategorier som droneutstyrslleverandører, forretningsidéutviklere, enkeltmannsforetak og ferdigutviklede foretak etc.

Vi vil minne leseren på at under intervjurundene ble fartøyene kalt *RPAS*, noe vi senere har endret navn på til *drone* som forklart i kapittel 1.4.5. Årsaken er at dette er et uttrykk som er lettere å forholdes seg til, og noe som EASA også har konkludert med i sin nylig publiserte A-NPA<sup>30</sup>.

---

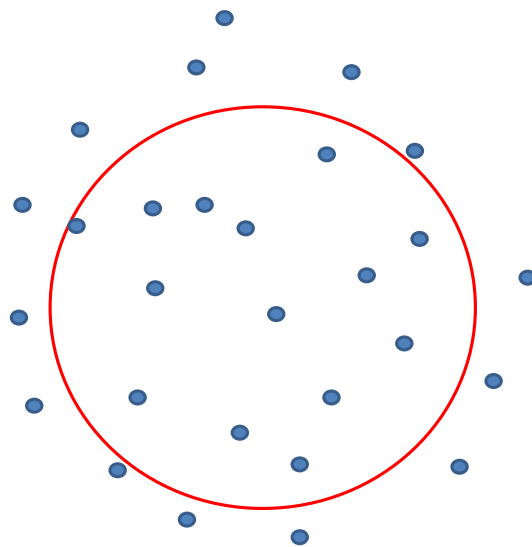
<sup>30</sup> Advanced-Notice of Proposed Amendments

Alle respondentene ble utplukket i fra en lang liste foretak som driver med droner, men likevel ikke så enkle å komme i kontakt med av like mange årsaker. Ved nærmere ettersyn i løpet av intervjurundene så vi at vi kunne nytte spørsmålsguiden som den var utviklet, men ved å modifisere den litt underveis gjennom manuelle tilleggsspørsmål.

## 4.2 *Innholdsanalysen*

Innholdsanalysen er basert på våre antakelser om at alt det en respondent svarer i et intervju kan reduseres til et sett med færre temaer eller kategorier. Hovedoppgaven i dette kapitlet blir dermed å definere de relevante kategoriene, og å fylle disse kategoriene med innhold som kan besvare våre problemstillinger. Neste skritt vil så bestå i å ordne enhetene i de enkelte kategoriene for så å vurdere likheter og ulikheter mellom de ulike enheter i de definerte kategoriene (Jacobsen, 2013, s. 193)

I utformingen av spørsmålene ligger det et element av invitasjon til en viss bredde i informasjonstilfanget fra respondentene. For å komme fram til et fyllestgjørende svar på problemstillingen mener vi det vil være uklokt å gå for smalt ut. Derfor er spørsmålene i form og antall formet slik at vi nok får inn informasjon som dekker noe mer enn der fokuset vårt ligger. For å vise våre tanker rundt dette grafisk har vi laget denne framstillingen:



Figur 8: Illustrasjon: *Kjernes spørsmål sammen med periferere spørsmål.*

I de neste underkapitlene er respondentenes svar bakt sammen og blir diskutert i analytiske vendinger opp mot spørsmålene

### **4.3 Kraftnettverk**

#### **Størrelsen på de fysiske kraftnett og typer**

Innledningsvis starter vi som beskrevet en rolig «oppvarming» med en innhenting av en beskrivelse av det kraftnett respondentene representerer. Samtlige har

- regionalnett
- distribusjonsnett

i sin portefølje. De typer kraftnett som gjenspeiles blant respondentene har kraftspenn fra henholdsvis 68 kilometer til 2400 kilometer, mens sistnevnte type registrerte vi i fra 68 kilometer til 489 kilometer. Ut fra dette mener vi å ha truffet ganske godt på spredningen av størrelsen på de bedriftene vi har intervjuet. Diversifisering på bedriftsstørrelse kan være med på å gi en forståelse av hvem som er villig å satse på ny teknologi – og om at dette kan ha noe å si, og i så fall om dette kan forklares gjennom størrelse alene, eller om det kan være andre årsaker.

#### **Topografi**

Her er det svært stor spredning i alle retninger, bokstavelig talt. Alt i fra grisgrendte strøk til bybeliggenheter, langs vei eller ikke, flatland, fjordstrek, høye fjell, dype daler og øyer av alle størrelser. Og denne variasjonen er spredt over hele kraftnettindustrien, stor som liten. I analysesammenheng kan dette bli en nøtt å ekspedere, men vi skal forsøke å kombinere dette med analyse rundt behovet for droner.

#### **Innleieregimer for eksterne tjenester: Kraftnettselskaper som ikke bruker droner**

Inspeksjoner som gjøres er:

- a. *Tilstandsbefaring* fra bakken hvert år, der det viktigste er råtekontroll, innfestning, bardunavstivning og slikt. Her følges REN-blad 2044
- b. *Linjeinspeksjon* med luftfartøy eller fra bakken hvert femte år. Her følges REN-blad 2044

- c. *Toppinspeksjon* (toppbefaring) hver tiende år der hver mast får godkjennelse for ti nye år. Her følges REN-blad 2044 og 8070 <sup>31</sup>

Vedrørende innleieregimer svarer respondentene i hovedsak at de bruker helikopter for toppkontroller, mens en utvidet linjekontroll hvert femte år nytter manuelle krefter på selve stolperoten og opp. Det varierer litt med linjemengde om en nytter helikopter. Ett selskap opplyste at de ikke benytter helikopter i det hele tatt ved tilstandskontroll av linjene, dog hevdet de at de kontrollerer hyppigere enn de fleste andre. Ved årlige kontroller gjøres manuelle inspeksjoner av mastepunktene, noe som innbefatter trasé og skogrydding, jordingskontroll mot bakken, sopp og råteskader. Hakkespetten kan være et stort problem i noen områder, da den kan svekke mastens styrke vesentlig, avhengig av hvor på masten skaden gjøres.

### **Innleieregimer for eksterne tjenester: Kraftnettselskaper som bruker droner**

Her er det tydelig at industrien er i en tidlig fase i re-teknologiseringen, og svarene er derfor høyst forskjellige, og deres maturitetsnivå er likeledes differensierte. Ett selskap har hatt en testperiode på 18 måneder som FoU prosjekt, mens et annet leier inn en utenlandsk aktør i inspeksjonsøyemed, som både bruker ordinære helikoptre og droner i sitt arbeid.

Selv om dette ikke direkte sorterer under «eksterne tjenester» har et tredje selskap har bygd opp sin egen organisasjon in-house fra grunnen av, og som også har designet spesialbygde droner til sitt bruk. Disse har drevet egne systemer og modeller for denne aktiviteten i ca tre år.

### **Antall timer og priser i kraftlinjeinspeksjon med helikopter og forbefaring.**

Det er tydelig at respondentene er noe delte i meningene sine om at dette materialet skal kunne deles med oss, men det vi har *fått* tilgang til forteller oss at de som bare bruker helikoptre betaler fra 252 til 309 kr pr kilometer inspisert kraftlinje. En typisk timespris på helikoptre ligger på 13000 kroner kraftnettindustrien, med andre ord vil en typisk 10 timers inspeksjon komme på rundt 130 000 kroner. Utover dette har de fleste kraftnettselskaper med en egen inspektør eller kjentmann om bord i helikoptret. Her varierer det noe fra selskap til selskap om de analyserer bildematerialet selv eller lar innleid personell stå for den komplette jobben i en pakkelsøsing.

To kraftnettselskaper har også sagt noe om prisen i tillegg for fotbefaring. Opplysningene gjelder konkret to eksempler, der det ene svarer at det koster ca 1000 kr pr kilometer, mens det

---

<sup>31</sup> Se referanse kapittel 1.4.3 for detaljer

andre oppgir ca 400 kr. Vi finner mangel på konsensus merkelig med den relativt store variasjonen i disse to konkrete eksemplene. Derfor har vi forsøkt å dobbeltsjekke de få svar som er gitt, og vi konkluderer med at store variasjoner i terrenget kan være utslagsgivende.

Et selskap som benytter droner in-house opererte med 30 flytimer i året. Dette selskapet tar i disse dager skrittet over fra eksperimentstadiet til produksjonsstadiet og fullskaladrift på droner. Men de benytter fortsatt helikoptre når mye skal gjøres på kort tid f.eks. etter uvær, og de benytter gjerne helikoptre i slutten av sesongen som oppsamlingsheat dersom det fortsatt finnes uinspiserte deler av kraftnettet.

### **I hvor stor grad er kostnadene i fokus ved inspeksjon?**

Det vi fikk av respons her var at fokus lå rundt de følgende prioriteringer:

- |                          |                                       |
|--------------------------|---------------------------------------|
| 1. Pris                  | Favør drone                           |
| 2. Kvalitet              | Favør drone                           |
| 3. Leveringsdyktighet    | Veldig avhengig av inspeksjonsområdet |
| 4. Kompetanse/ referanse | Disfavør (out-house) drone            |
| 5. Erfaring              | Disfavør (out-house) drone            |

De svarene vi fikk var rimelig unisone, og da pris på inspeksjoner vil være en del av driftsbudsjettet, måtte prisen på tjenestene alltid være i fokus. Og et rimeligere driftsbudsjett gir større handlingsrom for å kunne benytte de sparte midler til andre presserende poster i driftsbudsjettet.

Respondentene fra de som benytter droner var at droner er veldig kostnadsbesparende framfor å sende en mann opp i stolpen på gammelmåten.

### **Vurderes andre inspeksjonsmetoder, og hva kan disse være? Spørsmålet er rettet mot ikke-brukerne av droner i kraftnettselskap**

De alternative metodene som respondentene legger frem handler i hovedsak om droner, men vil ikke være aktuelt for alle likevel. Dette handler først og fremst om mangel på egne ressurser og at de mener de er for små til å organisere denne nye teknologien i egen organisasjon. Vi fikk vite fra flere av de små selskapene at de kommuniserer med andre selskaper og holder øye med hva som rører seg rundt om. Men først og fremst ser de hen til de store selskapene for å finne trender og se etter muligheter. Det kommer ofte fram gjennom samtalene at den nye teknologien egentlig ikke er forstått i stor grad med de muligheter som ligger i denne. Dette drøfter vi siden. En respondent svarer hva droner må kunne levere dersom dette skal være et alternativ:

«En ting er flygingen og bildene, men vi vil også ha bildene «tagget» med hensyn på posisjon og stolpenummer, og dette er det ikke alle helikopteroperatører som leverer. Ved avvik på et punkt skal det dermed være gjenkjenning på det aktuelle punktet. Dette er viktig for at feilen skal knyttes til rett mast.»

En annen svarer at de har prøvd droneinspeksjon på 14 master. Med andre ord en begrenset erfaring så langt.

### **Tekniske erfaringer med bruk av droner; hva kan øke effektiviteten i droneteknologien?**

Vi hentet så inn de svært relevante data i form av direkte spørsmål om fordeler/ ulemper i brukernes erfaringer rundt teknologien:

#### **Fordeler:**

- I tettbygde strøk er støy ikke noe problem med batteridrevne droner
- Ideelt rundt gårdsbruk av samme grunn
- Kan komme nært inspeksjonsobjektet med drone
- Praktisk å bruke drone ved flom rundt kraftlinjene
- Vel så gode bilder som fra helikopter<sup>32</sup>
- Toppinspeksjon kan gjøres grundigere.
- Dersom BLOS-rettigheter foreligger fra Luftfartstilsynet og dronesystemet kan utføre oppgaven<sup>33</sup>, kan man sende ut en drone fra et strategisk sted<sup>34</sup> for hurtig sjekk av kraftlinjenettet hvor en mistenker feil.
- Trenger ikke nødvendigvis å slå av strømmen ved inspeksjoner<sup>35</sup>

#### **ULEMPER:**

- Ved store avstander blir rekkevidden et problem grunnet batteribegrensninger
- Begrenset flytid
- Mangel på fri sikt over alt i de områder det linjene er strukket  
Fixed-wing<sup>36</sup> droner kan bøte på noe av dette, men er ikke effektive nok da de ikke kan stoppe opp og hovre for punktinspeksjoner

---

<sup>32</sup> Mindre vibrasjon grunnet små rotorer, kameraet kommer nærmere objektet og flere bildevinkler

<sup>33</sup> Bruk av satellitter for radioguiding og video overføring i sann tid ved Beyond Line of Sight (BLOS)-regime er dyrt og marginene reduseres tilsvarende.

<sup>34</sup> I stedet for mannskap

<sup>35</sup> Vi har verifisert at ved flyging av vanlig helikopter slås heller ikke strømmen av.

<sup>36</sup> Droner med vinger (flylignende droner)

- Bruk av satellitter for radioguiding i Beyond Line of Sight (BLOS)-regime er dyrt både for leie av signal til styringskomponenten, samt tilbakeføring av live videosignaler, og marginene mot konkurrerende helikoptertjenester reduseres tilsvarende
- Regelverket dikterer en større risikoanalyse for å fly for flyginger utover Visual Line of Sight (VLOS)
- Unøyaktig GPS ved bruk av autonome systemer
- Vindbegrensing; droner tåler noe mindre vind enn helikoptre
- Setter spørsmål om de kan brukes ved regn (vann på linsene)
- Inspeksjoner med dagens batteridrevne multirotor-droner ikke kan brukes til er inspeksjon etter uvær, der inspeksjonene må skje hurtig over hele linja for å få oversikt straks. Her må i så fall fixed-wing droner nyttes.
- Droner kan så langt heller ikke gjøre tunge løftejobber med dagens teknologi.

### **Vet en droneoperatør hvordan en inspeksjon skal utføres gjennom å følge et REN- blad?**

Flere respondenter fra kraftnettindustrien hevder at en ikke kan sette hvem som helst til å gjøre inspeksjoner med drone; de må ha grundig forståelse av hva de holder på med. Vedrørende eventuelle tilbud på dronetjenester svarer flere respondenter at droner må organiseres *innenfor* kraftnettselskapet og kunne tas i bruk når det er værforbehold til dette. Dermed vil og må droneverktøyet kun brukes og administreres av de som kan inspeksjonsfaget sitt fra innsiden. En respondent begrunner dette med at REN ikke er godt nok beskrevet da den tar utgangspunkt i distribusjonsnett, men mener at regionalnettet ikke er godt nok beskrevet foreløpig. Han er videre klar på at REN-standardiseringen <sup>37</sup>uansett kan være utfordrende på enkelte områder. I respondentens kraftnettselskap - og i flere andre også, praktiseres strengere krav enn REN formaliserer. Respondenten mener forøvrig at REN-standarden kan være fornuftig i distribusjonsnettverket, men ikke i regionalnettverket fordi KILE-kostnadene fort kan bli store ved stor belastning eller forbruk.

Med spørsmål til eventuell intern analyse av bildematerialet har ikke alle svart her, men de respondenter som har svart fordeler seg i begge leirer. Noen ønsker en ferdig rapport fra inspeksjonen, mens andre svarer sågar at de ikke stoler på andre enn egen kompetanse for bildeanalysen.

Et megetsigende utsagn fra en respondent var:

*«Når vi kan sitte inne og trykke på en knapp for å sende ut dronen autonomt (fra kontoret) er vi kommet langt. Dette er drømmen.»*

---

<sup>37</sup> Ref. kapittel 1.4.3

## **Må dere sende ut personer til råteinspeksjon av stolper uavhengig av eventuell drone-/helikopterinspeksjon?**

Respondentene svarer at manuell råteinspeksjon er meget nødvendig, men på traverser kan droner brukes til visuell inspeksjon. Det finnes ikke teknologi i dag for å inspiserer råte i stolper fra helikoptre eller droner. Dette ville i så fall blitt meget ettertraktet teknologi, hevdet alle respondenter.

En av respondentene sier at de inspiserer rundt 3500 stolper pr. år og at de bytter ca. 100 stolper/ master pr. år. Men vedkommende ønsker ikke å oppgi kostnader ved dette.

## **Er det noen forbedringer av RPAS-teknologien dere kunne ønske for å gjøre inspeksjoner mer effektive?**

Spørsmålet stilles til de tre brukerne og respondentene legger følgende faktorer på bordet:

- Batterikapasitet
- Bedre utstyr for å kunne takle alle værforhold
- Bedre videolink
- Ønsker en oversikt over alt som finnes av utstyr
- En operatør ønsker en skjerm med bedre oppløsning og som kan styres ved såkalt «touch display»

Ut fra svarene kan det tolkes slik at respondenter er nokså spredt med hensyn til teknologisk ståsted, og at deres behov varierer.

## **Hvor mye har RPAS overtatt fra tradisjonell inspeksjonsteknikk til nå?**

Her fikk vi svar i forhold til hvor dypt selskapene hadde implementert teknologien. En av respondentene som representerer en bedrift som er i oppstartfasen med droner svarte at de kun brukes ved sporadiske feil. En annen svarte at droner kan gjøre mye av inspeksjonsporteføljen. Tredje respondent kom med utsagnet at de siktet på å legge ned all helikopterbruk i overskuelig framtid.

## **Hvor ble dere kjent med RPAS-teknologien?**

De seks bedriftene som ikke bruker droner ble spurt dette spørsmålet, og respondentene svarte at deres kjennskap til droner kom i hovedsak gjennom:



- Media
- Andre kraftnettselskap
- Interne diskusjoner
- Presentasjon fra tilbydere
- Egne ansattes interesse

En ting er å *kjenne til* teknologien, en helt annen er å *kjenne* den. Forskerne har gjennom samtalene notert seg at flere av informantene virker noe uinformert om de muligheter som ligger i droneteknologien. I og med at det da synes å være så ulikt nivå i kraftnettindustriens kunnskap om mulighetene med den nye teknologien, er det utfordrende å dra empiri ut av dette punktet.

Videre ble det spurt: **Hva er årsaken til at dere vurderer, eventuelt ikke vurderer RPAS?**

#### **De som vurderer bruk:**

- Økonomi
- Styrket omdømme
- Kan være effektiv ved spesielle behov, for eksempel der hvor det kan være vanskelig og utfordrende som å stå i en stolpe.

#### **De som ikke vurderer bruk:**

- Vurderer ikke teknologien grunnet for liten organisasjon og manglende ressurser
- Litt på grunn av kraftnettselskapenes styringssituasjon fra det offentlige byråkrati og hvordan myndighetene ønsker å organisere oss, derfor skrues kranen igjen nå. Her tilføyer forskerne: (Derfor) *«kreves det betydelig egenkapital eller lån for (å) dekke investeringskostnadene. Dersom det tas for mye utbytte, uten tilførsel av ny kapital, kan nettselskapet miste sin evne til å gjøre bedrifts- og samfunnsøkonomiske lønnsomme nettinvesteringer. Reiten-utvalget mener at et selskapsmessig og funksjonelt skille mellom nett og annen virksomhet (...) vil kunne øke eierens oppmerksomhet om nettvirksomheten og øke bevisstheten rundt investeringsbehov og utbyttepolitikk (Finansdepartementet, 2015, s. 269).*
- Det er mange myndighetspålagte oppgaver som begynner å bli vanskelig å følge opp. Da myndighetene ønsker større produksjonsenheter blir situasjonen for småselskaper uoversiktlig, av den grunn kjøres inspeksjonen på gammelmåten. Her tilføyer forskerne:

«Stordriftsfordeler tilsier økt (...) fusjoner mellom små aktører, for å øke effektiviteten både i investerings- og driftsfasen». (Finansdepartementet, 2015, s. 266)

Så til bedriftens formelle organisering av en eventuell dronetjeneste:

**Dersom RPAS ble valgt som inspeksjonsverktøy i framtiden, vil bedriften eventuelt operere in-house eller leie denne tjenesten eksternt? Ved «in-house-varianten», hvordan tenkes dette organisert? Vil dette medføre organisasjonsendringer i bedriften?**

Av seks respondenter svarer fire at de vil leie inn eksterne dronetjenester, mens én respondent sier in-house-løsningen er mest nærliggende i sin bedrift. Siste respondent er også åpen for begge løsninger, avhengig av om de som tilbyr holder til i nærheten av bedriften. En annen mulighet er at det kan organiseres innen bedriften gjennom at noen ansatte kan ha opparbeidet kompetansen gjennom egen hobby.<sup>38</sup>

- Dersom en skulle kjøpt inn tjeneste fra *eksterne operatører* er de herskende argumenter:
  - Ønsker å leie inn for å høste erfaringer for eventuelt å kunne organisere tjenestene selv på sikt
  - Har ikke mulighet å bruke ressurser til opplæring av personell tilpasset ny teknologi

- Dersom en skulle organisere tjenestene in-house er de herskende argumenter:
  - Respondenten «antar» at løsningen ville vært organisatorisk enklere da inspektørene som arbeider med linjeinspeksjon får en styrket kontroll på inn- og utkobling. Dette forutsetter at personell i avdelingen da måtte kurses for flyging av droner. Her vil forskerne bemerke at det synes som om at respondenter ikke har tenkt over at strømmen ikke behøver utkobling når en benytter droner.

De tre bedriftene som bruker droner i dag ble også spurt hvordan de organiserer sine tjenester. Her svarte en respondent at de som supplement til tradisjonelle inspeksjoner gjennomfører et FoU-prosjekt med en inspektør som intern kompetanse. Om det blir aktuelt å bruke droner i framtiden vil tjenestene leies inn. En annen bedrift svarte at de har to piloter internt ansatt i dag, mens én er overført som en tredje fra en annen del av bedriften. I tillegg blir to nye piloter ansatt i nær framtid. De nye ansatte vil få formell kursing i et halvt år før de får prøve seg med linjeinspeksjon. Vi kommer tilbake til denne spesielle bedriften i kapittel 5.1.

---

<sup>38</sup> Her vil forskerne bemerke at det er svært mange som har dette som hobby.

### Hvilke typer droner tror respondentene vil bli brukt i framtiden?

Første respondent sa at de muligheter en ser for seg er så forskjellige at typene er ikke bestemt enda. Det må avgjøres om én type skal løse alle oppdrag eller om de skal gå for spesialiserte droner avhengig av type oppdrag. Ønsket for framtiden er blant annet en befaringsdrone som står på beredskap og som kan sendes ut fra driftssentralen for hurtigsøking. Den andre respondenten opplyser at deres drone, type *DJI Phantom* (bilde 2 kap. 1.4.5.1), brukes kun for test foreløpig, mens den tredje mente at *autonome* systemer (se kap 1.4.5.2) neppe vil bli tatt i bruk de første 10 årene da regelverket foreløpig setter en stopp for dette. Kravet er nemlig at operatøren alltid skal ha mulighet for å ta over i en nødsituasjon, noe som er vanskelig i dag uten svært kostbart utstyr<sup>39</sup>. Sistnevnte respondent hadde også en klar oppfatning av at Luftfartstilsynet ikke vil godta autonome *fixed-wing* droner.<sup>40</sup>

### Andre opplysninger rundt droners beskaffenheter i dag

Flere respondenter påstår at dronene er svært væravhengige, spesielt vindfulle dager skal være vanskelige. En respondent har testet deres egne droner opp imot 17 m/s og sier at de er fullt brukbare i sådanne forhold, så her finner vi motstridende svar.



Bilde 7: Illustrasjon: *Drone i dårlig vær* (bildemontasje).

<sup>39</sup> Enten i form av satellittkommunikasjon som er relativt kostbart ved leie av satellittkapasitet. Eller ved bruk av radiolink som er noe mindre kostnader enn satellittbruk.

<sup>40</sup> Her vil forskerne kommentere at disse mulighetene finnes allerede i dag og at det kan gis tillatelse for slike operasjoner under klare, formelle forutsetninger.

Han hevder videre at bare dronene er godt motoriserte er de også meget robuste under barske forhold. Dronene som benyttes i deres bedrift har en utholdenhet på 15-25 minutter normalt, men kan strekkes til en time med større batteripakke. De bruker quad-, hexa- og oktokoptere i sine applikasjoner. Disse er blitt grundig testet i alle forhold, inkludert mot høyspentlinjer på full belastning. Linjene avgir elektromagnetisk stråling som *kan* gi forstyrrelser på ubeskyttet og sensitivt elektronisk utstyr. For å være sikker på at deres droner tåler strålingen har de testet dronene mot egne kraftlinjer av alle typer og under full belastning. De vært innpå 0,5 meter avstand, uten at dette har forvoldt problemer med utstyret. De har til og med gjort det samme mot 132000 volts transformatorer og oppnådd tilsvarende suksess. De elektromagnetiske forstyrrelsene blir betegnet som lik null.<sup>41</sup>

Respondenten sa at det er viktigere å vite hva dronene *ikke* tåler enn hva den faktisk tåler, og dette er en del av deres opplæringsstrategi overfor bedriftens piloter. Systemforståelsen vil være imperativt som del av dronepilotenes opplæring.

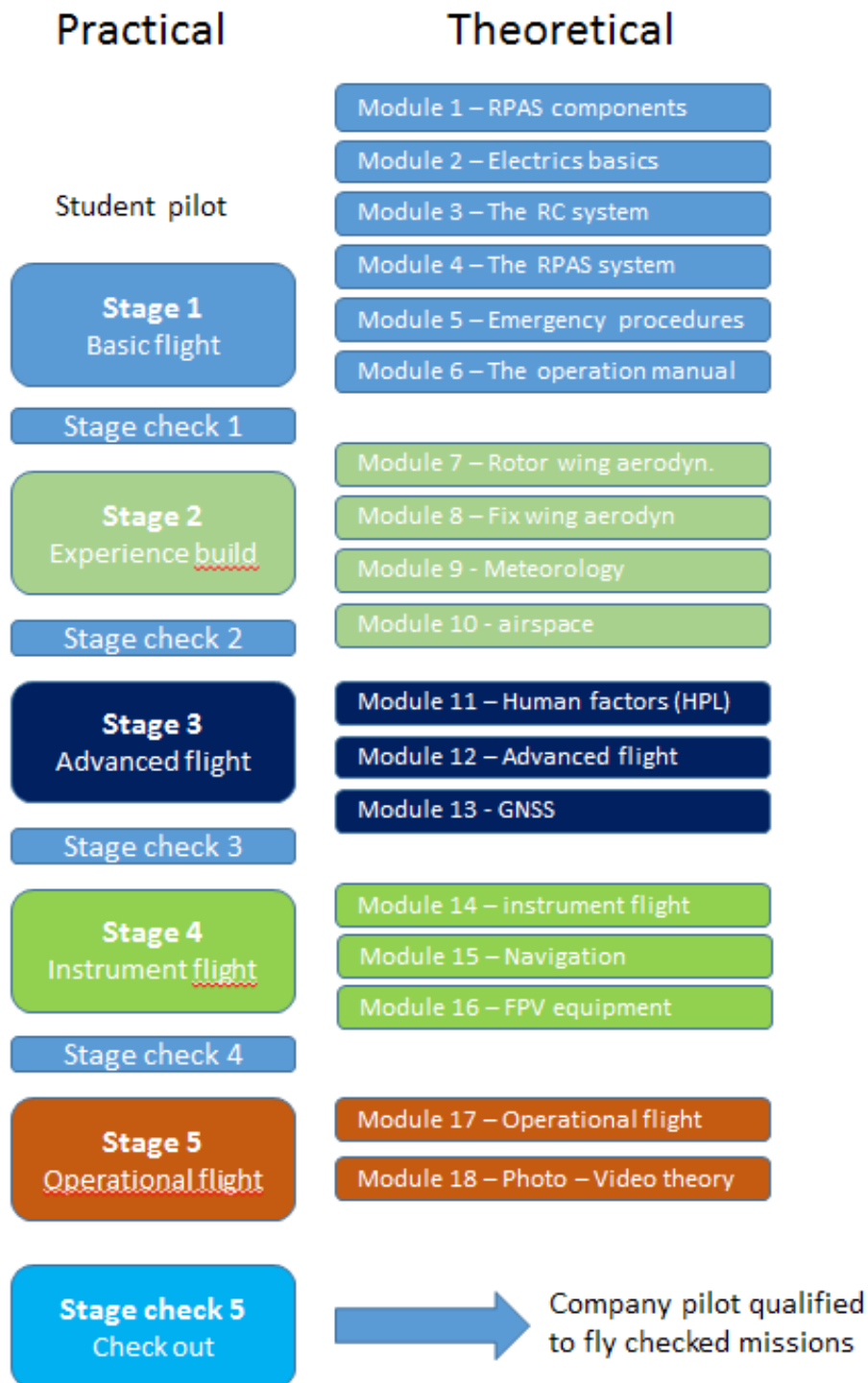
Vi har *etter tillatelse* valgt å tilkjenne én av operatørene som driver droner in-house. Flere av respondentene fra droneoperatørene og kraftnettindustrien brukte også operatør Lars Sletten i Hålogaland Kraft som referanse, og påpekte at han hadde kommet langt i implementeringen av droner:

Gjennom et omfattende in-house opplæringsprogram for dronepilotene som er bygget på de samme prinsipper som piloter i ordinær flytrafikk blir oppflasket gjennom. Et 6 måneders opplæringsprogram skal gjennomgås, inkludert teoretiske og praktiske eksamener, før de får nærme seg kraftlinjene med en drone. Programmet deres består blant annet av 200-300 flytimer, inkludert 100 timer simulatortrening. Opplæringen blir således integrert som en ville gjort det i bemannet luftfart. En profesjonell operativ standardisering av prosedyrer har også som bieffekt at bedriften kan sette sammen multi-crew helt vilkårlig. Dette gjør organisasjonen mer robust da hver funksjon er standardisert og hver operatør kjenner sin jobb. På akkurat samme måte tilstrebes en teknisk standardisering på alt av hardware med tilhørende opplæring.

Respondenten informerte forskerne om at denne organiseringen har ført til null uønskede hendelser, noe som også vil applauderes hos myndighetene. Figuren under viser en del av bedriftens godkjente operasjonsmanual, og vi har som eksempel plukket ut «*The HLK Training Program – Block diagram*», som viser gangen i pilotopplæringen fra teori til praksis.

---

<sup>41</sup> Forskerne vil tilføye at vi også har fått motstridende uttalelser.



Figur 9: The HLK<sup>42</sup> Training Program – Block diagram

Med tillatelse fra Hålogaland Kraft.

<sup>42</sup> Hålogaland Kraft

## Stage check 2 - "Student XX"

2 separate flights of 8 minutes, calm to 5ms wind, Attitude and GPS attitude modes are tested

### Practical test items

| Item                   | Objectives   | Date | Grade |
|------------------------|--|------|-------|
| Pre flight preparation | The student must demonstrate proper preflight handling of all equipment.     |      |       |
| Flight conditions      | The student must make a correct assessment regarding flight conditions.      |      |       |
| Take off               | Smooth and decisive take off directly into stable hover, in control.         |      |       |
| Hover - face away      | Stable hover in full control for 1 minute, no excessive drift                |      |       |
| Hover - face towards   | Stable hover in full control for 1 minute, max drift 1 meters                |      |       |
| Climb                  | From hover; forward flight 50 meters climb ~ 50 meters, stable hover         |      |       |
| Descent                | From high hover; 180° turn, stable vertical descent, forward to stable hover |      |       |
| 180° turns             | From slow forward flight; gentle, coordinated turn 180° left and right       |      |       |
| 360° turns             | From slow forward flight, gentle, coordinated turn 360° left and right       |      |       |
| S - turns              | Smooth and coordinated S turns with ~45° heading change                      |      |       |
| Landing                | At instructor directed spot; 3 landings within 50 cm                         |      |       |
| Sudden emergency       | The instructor calls emergency and the student must decide proper action     |      |       |
| Post flight procedures | The student must demonstrate proper post flight handling of all equipment.   |      |       |
| <b>Flight 2</b>        |  |      |       |
| Pre flight preparation | The student must demonstrate proper preflight handling of all equipment.     |      |       |
| Flight conditions      | The student must make a correct assessment regarding flight conditions.      |      |       |
| Take off               | Smooth and decisive take off directly into stable hover, in control.         |      |       |
| Hover - face away      | Stable hover in full control for 1 minute, no excessive drift                |      |       |
| Hover - face towards   | Stable hover in full control for 1 minute, max drift 1 meters                |      |       |
| Climb                  | From hover; forward flight 50 meters climb ~ 50 meters, stable hover         |      |       |
| Descent                | From high hover; 180° turn, stable vertical descent, forward to stable hover |      |       |
| 180° turns             | From slow forward flight; gentle, coordinated turn 180° left and right       |      |       |
| 360° turns             | From slow forward flight, gentle, coordinated turn 360° left and right       |      |       |
| S - turns              | Smooth and coordinated S turns with ~45° heading change                      |      |       |
| Landing                | At instructor directed spot; 3 landings within 50 cm                         |      |       |
| Sudden emergency       | The instructor calls emergency and the student must decide proper action     |      |       |
| Post flight procedures | The student must demonstrate proper post flight handling of all equipment.   |      |       |



**Lars Sletten:**  
Landing directly from forward flight - The student must demonstrate full control with little drift and no hesitation when touching down.

The stage check 2 will cover many of the same items as Stage check 1.

The student is expected to demonstrate an overall higher performance level in

Test result

Written test - In depth understanding. Priority items: Meteorology and airspace

### Theoretical test items

| Subject            | Priority       | Date | Grade |
|--------------------|----------------|------|-------|
| Rotor wing aerodyn | Secondary      |      |       |
| Fix wing aerodyn   | Secondary      |      |       |
| Meteorology        | Mandatory item |      |       |
| Airspace           | Mandatory item |      |       |

Comments

Test result

Figur 10: Skjemaet viser gangen i pilotoppleringen fra teori til praksis.

Med tillatelse fra Hålogaland Kraft.

Respondenten påpeker at toppbefaringer er kompliserte øvelser og inneholder komplekse oppgaver for en pilot. Piloten må være i stand til å fly stabilt og kontrollert til proksimale avstander for at bilder skal kunne tas - under alle slags forhold, dessuten i flere vinkelposisjoner. Det er også mye turbulenser i lufta rundt kraftlinjene grunnet skog først og fremst, som vanskeliggjør operasjonene.

Spesialiserte droner til formålet er ikke standard hyllevare, men er til nå utviklet av denne bedriftens dedikerte personell. Standard linjeinspeksjon året rundt krever en robust og meget spesialisert organisering. På spørsmålet om hvem som *kan* inspisere, har respondenten kun ett svar: Inspeksjonspersonellet må ha grundig erfaring som piloter, men også opplæring for å kunne tolke REN-blad, og man må forstå de tekniske begrepene.

### **Vi ønsket å undersøke noe om hvordan dronetjenesten blir faset inn, og om opprinnelige inspeksjonsmetoder fortsatt nyttes, i tillegg til RPAS.**

Her er det viktig å påpeke at det kun er én respondent som representerer en bedrift som faktisk *har* faset inn droner i sitt sortiment. Han svarte at testprosjektperioden har eksistert i 3 år og ble avsluttet i vår, der kostnadsanalysen var del av fokus. Prosjektet ble tatt i mot av en svært entusiastisk bedriftsledelse, og droneprosjektet fikk stor status og støtte. Innfasingen har vært gjort sømløst sammen med tradisjonell helikopterinspeksjoner. Respondenten opplyser at deres mål er å avvikle helikopterinspeksjoner i sin helhet med tiden. De øvrige bruker fortsatt tradisjonelle metoder, herunder helikoptre.

En annen respondent opplyser at de leier inn sine tjenester fra en svensk operatør av helikoptre, men som også har droner i sin portefølje. Tjenestetilbyderne foreslo droner som supplement til deres tjenester for å dekke mer av behovet, samtidig som dette kunne utgjøre billigere inspeksjonstjenester totalt sett. Denne bedriften har organisert det slik at de innleide inspeksjonstjenester sørger for tilstrekkelig bildemateriale som oversendes oppdragsgiver som tolker bildene selv. Fordelene her er bedre bilder og rimeligere pris.

### **Forskerne ønsket også noe forståelse om hvordan bedriften modellerer sin organisering og hvilke fordeler og ulemper dette har gitt.**

Den ene respondentens bedrift som har in-house dronestjeneste, sier at den er planlagt utskilt som et eget AS utenfor moderbedriften grunnet sterke byråkratiske føringer som skal hindre konkurransevridning. (Finansdepartementet, 2015, s. 269) Han sier videre at nettbransjen er veldig sterkt regulert, og dette gjør det vanskelig å kjøre inntekter til det utskilte AS inn i

hovedkonsernet. Fordelen med en sådan løsning er at «drone-AS»'et også kan selge sine tjenester til andre kraftnettselskaper eller andre formål utenfor standard portefølje, og på den måte øke sin inntekt. Dette krever naturlig nok noe mer formell strukturell organisering. Respondenten hevder at dette er en lovende idè for *business*. De har så langt i testperioden vært nødt å takke nei til tilbud fra andre som har etterspurt deres tjenester. Han stadfester at alle brikker nå er så godt som på plass for å tilby skikkelige og godt gjennomprøvde produkter til andre som etterspør.

### **Bedre inspeksjon som insentiv for å holde KILE-kostnadene nede.**

Forskerne hadde en formening om at forbedrede inspeksjonsverktøy kunne ha effekt på KILE-kostnadene og spurte således om respondentene ville reflektere noe om dette.

Ikke alle var villige å uttale seg om deres KILE-kostnader da slikt oppfattes som sensitive opplysninger, gjerne kombinert med en noe uklar oversikt om egne kostnader. Selv om vi prøvde å få fram vår kongstanke om at droneteknologi kanskje kunne ha potensial til å mitigere KILE-kostnadene. Vi har her som supplement innhentet opplysninger fra SINTEF som viser at de *samlede* KILE-kostnaden i Norge er rundt 800 millioner kroner pr. år (SINTEF, 2015).

Tallenes tydelige tale vitner om at det kan ligge et lønnsomt potensiale her.

Men ett selskap ville likevel gi oss kunnskap om deres KILE-kostnader. Denne bedriften som har ca. 60 000 kunder og har et distribusjonsnett på 3800 km i tillegg til et regionalnett på 970 km, opplyser at deres KILE-kostnader i et normalår ligger mellom 5 og 10 millioner kroner. Som en del av beredskapsplanene til alle de spurte kraftnettselskaper – og som ytterligere et middel for å holde KILE-kostnadene ned, består kraftnettene av omkoplingsmuligheter som nyttes dersom feil oppstår på deler av nettet. Ikke alle selskaper har muligheter til omkopling over *hele* nettet sitt, men her er strategien å sørge for slike muligheter på de mest *konsekvensutsatte* områdene.

### **Råtekontroll**

Uansett hvilket inspeksjonsregime som velges, vil råtekontroll med dagens teknologier fremdeles måtte utføres på gammelmåten med fysisk befaring gjennom kjerneboring, banking, visuell inspeksjon av mose som kan gi råteindikasjoner osv. Som del av våre undersøkelser ville vi finne ut om det finnes metoder å avstandsdekte råde i stolper. Her kontaktet vi *SINTEF Energy Research* ved forsker **Steinar Refsnæs**, som uttalte vi e-mail:

*«Jeg kjenner ikke til noen slik avstandsdekteking. Mekaniske skader og avvik på overflaten lar seg registrere, men problemet er at det meste av råten er innvendig. Kontrollprosessen starter*



*ved at man foretar en "screening". Dvs. at man lokaliserer de stolpene som har råte. Til dette formålet benyttes gjerne en hammer, ultralyd eller hunder som snuser seg fram til stolper med råte. Man må i tillegg kunne registrere råtelommer, deres posisjon og fiberstyrken (bøyeholdfastheten) i den gjenværende delen av tverrsnittet.*

#### **4.4 Dronetjenestetilbyderne**

Vi har her prøvd oss fram med et eget sett tilpassede spørsmål til tilbyderne med årsak i at vi ikke skal sette respondentene i en salgsposisjon, men heller søke få en mer nyttefull datainnsamling på et noe mer objektivt grunnlag. Da respondentene er i ulike posisjoner og stadier som ledd i sin strategi for å komme inn på sitt marked med tilhørende produkter er det åpenbart at de vil kunne svare noe «salgsfremmende», mens undersøkelsen forlanger noe mer svarobjektivitet. Gjennom intervjuene og analyse av disse oppdaget vi at akkurat dette ble noe krevende for oss som skulle tolke dataene, spesielt da vi sammenlignet svarene med velinformerte *brukere*. Vårt poeng er at vi må ha en generell jordnær tilnærming til hva en «selger» hevder om sitt produkt, slik at ikke forskningen får en utilsiktet slagside.

#### **Hvilken type erfaring innehar respondentene?**

Først må de seks respondentene beskrives noe slik at vi får en forståelse av deres ståsted linket opp mot deres svar. Leseren må være oppmerksom på at dette er et utvalg av meget forskjellige kaliber. To av respondentene representerer bedrifter med kraftnettinspeksjoner som forretningsidé, men har foreløpig ikke selv ervervet større erfaring med droneinspeksjon på nettverket.

En tredje har fløyet droner i Nordsjøen og har dette som spesialfelt, og er også å regne som en leverandør av droner på fabrikknivå, altså ikke en tradisjonell operatør som vi ideelt skulle hatt i porteføljen vår. De tre andre er leverandører av tjenester til det norske kraftnettmarkedet samt andre markeder.

To har ikke levert tjenester direkte innen kraftnettindustrien, mens én har levert tjenester til oljeindustrien i Nordsjøen og er å betrakte som en leverandør til dronemarkedet. Denne leverandøren har flydd for kraftnettindustrien som del av et testprogram. To av leverandørene har drevet siden 2011 -2012. En leverandør har en kommersiell leveranse på 11 km kraftlinjer.

### Hvor godt er droneverktøyet egnet til å finne feil i kraftnettet?

Ingen tilbydere som opererer utenifra har erfaring som eksplisitt representerer kun kraftnett, men har kraftnett som *del* av porteføljen. På generell basis svarer de at lovlig flyging i henhold til gjeldende regler, gir en god del begrensinger. Men på bakgrunn av at droner både kan fly lavt og at de kan fly uten strømutkobling i kraftlinjene, vil dette utgjøre en stor fordel. Et meget viktig argument er at inspeksjonsmetoden minimerer risikoen for operatørene. Videre påpekes at kamerautstyr må være spesielt satt opp for en slik leveranse, men at man får veldig gode bilder fra flere vinkler enn helikoptre kan gi.



Bilde 8: Innledende brudd i travers på det punkt der traversen har høyest bøyemoment.

Med tillatelse fra Lars Sletten, Hålogaland kraft.

De leverandører som ikke har erfaringer selv viser til vellykkede forsøk og erfaringer fra kraftindustrien. Droneleverandørene minner om de begrensinger som tillegges multirotor-droner, og at de vil fokusere på fixed-wing og BLOS type flyregimer. De to forretningsutviklingsselskapene mener det finnes åpenbare fordeler og bakdeler, men hevder å ha hentet inn tilstrekkelig fakta rundt dette fra bedrifter med tyngre erfaringer på området. De skal begge i fremtiden levere et atskillig mer helhetlig inspeksjonsprodukt som langt på vei

overgår dagens utgaver. Dette vil blant annet bestå av ferdige tilstandsanalyser som inneholder rapporter om oppdagede feil på kraftlinjenett og truende skogvekst, i et ferdig sluttprodukt i form av arbeidsrapporter til montørene. Det ligger et software-messig prediksjonssystem innbakt i produktporteføljen deres som kan forutsi vegetasjonsvest og andre forandringer som kan utgjøre fremtidig fare for kraftlinjene.



Bilde 9: *Oppflising av kraftlinje.*

Med tillatelse fra Lars Sletten, Hålogaland Kraft.

**Utføres det all slags inspeksjoner? Høyspent/ lavspent/ topplinje/ fjord/ fjell/ urbane strøk.**

Her repliserer flere av respondentene at alt som kunden etterspør kan leveres og til nær sagt alle formål. Her kommer også respondenten med et hjertesukk om at nettselskapene krever erfaring i anbudsrundene. Og her ser forskerne en form for «Catch 22» dersom en potensiell droneoperatør kommer utenifra kraftnettindustrien: *Du må ha erfaring for å komme i betraktning for å levere tjenester, men du får ikke erfaring uten å levere tjenester.*

En respondent svarer for øvrig at på kort sikt vil det bare være linjer som ligger nært vei som kan bli inspisert grunnet rekkeviddeutfordringer.

## **Er det foretatt noe analyse vedrørende kraftindustriens inspeksjonsbehov?**

De fleste respondenter opplyser at de ikke har gjort noen systematisk markedsanalyse, men noen opplyser at de har møter med kraftnettselskaper i ulike fora. De hevder i motsetning til kraftlinjeindustrien at det *ikke* er vanskelig å analysere kundebehovene da de mener inspeksjonsgrunnlagene er beskrevet godt nok i REN-blad. Respondentene ser ellers for seg at behovet for dronetjenester må være stort ved å skjene til markedet. Som eksempel påpekes at Statkraft har signalisert at det skal investeres for 70 -80 milliarder i infrastruktur, og i tillegg har Statkraft meddelt at det er bruk for «den type teknologi», og respondenten venter tilbakemelding om emnet den nærmeste tiden.

En respondent opplyser at de har foretatt en analyse der de har forsøkt å selge seg inn via en «oppegående mentor», dessuten gjennom deres øvrige kontaktnett. En annen respondent sier: «Vi trodde vi skjønnte aktørens behov, men vi bommet nok litt der». Nivået synes nokså ulikt her, og forskerne tolker utsagnene dit hen at det nok trengs en solid analyse kombinert med en større innsats for å formidle droneverktøyets kapabiliteter til markedet.

## **Hvilke utfordringer ser droneindustrien for seg?**

Generelt er respondentene samstemt i at droner kan få problemer i dårlig vær, vind over 12m/s, nedbør i form av regn og årstider med lite lys, dessuten oppstår begrensing på flytid og rekkevidde. Men en respondent som representerer et nokså stort dronefirma, ser for seg som en løsning å kunne levere det meste med et fixed-wing motorseilfly med 7 meter vingespenn og som kan styres via autopilot.

Ved spørsmål om hvilke typer droner de leverer til tjeneste, svarer respondentene at de kan levere batteridrevne 4, 6 og 8 rotors multikoptre i flere størrelser, dessuten fixed-wing-systemer; en respondent svarte at de også har droner i form av turbinhelikoptre med opptil 4 timers flytid i inventaret sitt.

Vi ønsket å få vite mer om dronenes *utholdenhet* og fikk opplyst at det varierer svært i forhold til type fartøy, alt i fra batteritid for kun 3-5 timer ved bare 15-25 minutters flytid, til oktokoptre med 40 minutter utholdenhet, mens en aktuell fixed-wing drone med forbrenningsmotor kunne fly opp til 400 kilometer. Sistnevnte ses i sammenheng med linje-*overvåkning*, ikke punktinspeksjon, grunnet høyere fart.

Poenget med dronene er å kunne ta med seg sensorer, og vi ville få orientering om en typisk «pay load» eller nyttelast. Svarene innbefattet kameraer av ulike typer inkludert infrarødt, GPS-posisjoneringssystemer, Tetracam<sup>43</sup> 3D-skanner etc. Vektene på payload'en ble oppgitt fra 1 kilo og opp til 35 kilo.

---

<sup>43</sup> Registrerer fruktbarheten i vegetasjonen



Da kraftnettindustrien har opplyst at den ideelle linjeinspeksjon ønskes styrt i fra en desktop, ville vi vite om mulig grad av autonomisering og muligheter for flyging på autopilot (BLOS eller VLOS). Her var responsen at dette ikke er blitt brukt så langt, men er et distinkt mål for fremtiden.

Å kunne bevise teknisk og operativ luftdyktighet er et grunnleggende prinsipp i bemannet luftfart og prinsippet har vært utviklet fra tidenes morgen. Droner kan tillates å fly med mindre grad av sikkerhet enn kravene til bemannet luftfart, all den tid at operativ eller mekanisk feil sannsynligvis kun fører til tap av luftfartøyet, ikke at tredjeperson på bakke eller i lufta blir skadelidende. Imidlertid skal alle RO 2 og RO 3 operatører ifølge det nye regelverket utføre egne risikoanalyser knyttet til sin operasjon. Derfor spurte vi også operatørene om deres tanker rundt deres arbeid for å øke påliteligheten både operativt og teknisk. Respondentenes svar var at de følger de formelle krav, med egne risikoanalyser, egne rutiner for vedlikehold, prosedyrearbeid med mer, i tråd med det som Luftfartstilsynet foreskriver i den foreløpige AIC-N 14/13. En respondent sier at det også handler mye om pilot og HMS, og at deres standardiserte prosedyrer ivaretar sikkerheten i større grad enn AIC'en foreskriver.

### **Prisbetraktninger fra dronetilbydernest ståsted**

Timespris vil avhenge av hva og hvor stor pakke som skal leies inn, dessuten vil droners pålitelighet grunnet vær spesielt, også spille inn. En respondent påpeker at en må ta i betraktning *hvem som skal sitte med det økonomiske ansvaret* dersom været prekluderer en aktuell inspeksjon. Ansvarsplasseringen av dette element vil kunne avgjøre prisen på et oppdrag.

Å finne eksakt hva en droneinspeksjon koster i sammenligning med dagens generelle inspeksjonsprosedyrer har ikke vært enkelt da følgende forhold forvansker bildet:

- a. Droneinspeksjoner er i stor grad på eksperimentstadiet hos de fleste
- b. Ikke alle inspeksjoner kan utføres med drone foreløpig
- c. Omfanget av den komplette pakken tilbudt tjenester kan variere veldig mye. De tilbudte pakker kan ikke sammenlignes direkte.
- d. Innsyn i konkurransefordeler er komplisert for forskerne
- e. Priser på helikoptre kan variere da også utenlandske operatører leies inn i det norske markedet. Og transportkostnadene er svært ulike ettersom hvor aktuelt kraftnett befinner seg i landet. Dette kan splitte markedet mellom de som kan benytte billigere tjenester og de som ikke ser nytten grunnet lange tilbringerkostnader.

En respondent som arbeider i en stor droneoperatørbedrift hevder at prisen på dronetjenester generelt kan ligge på rundt halvparten av dagens helikopterpriser, avhengig av kompleksiteten i produktet deres. Flere operatører antydde priser i samme leiet.

En annen respondent hevdet at kundene kunne få levert bilder i sann tid på sitt kontor om dette så var ønskelig. Samme respondent antydde at prisen kunne ligge på 10 000 kroner pr. dag med eller uten selve bildeanalysebiten.

På spørsmål om hvordan de tror prisutviklingen vil åpenbare seg i framtiden, mener respondentene generelt at prisen på enkle operasjoner vil gå ned, men de avanserte og komplekse vil gå opp i takt med myndighetenes operasjons- og driftskrav. Men om det blir mer konkurranse i markedet vil de små tjenesteyterne dumpe prisene for å penetrere seg inn i markedet. Her ser forskerne for seg en mulig nisje i markedet i form av de enkleste droneoperasjonene, for eksempel som et supplement til fotbefaringen.

Digresjon fra en av respondentene: «*En drone er ikke en drone og en undersøkelse er ikke en undersøkelse. En dronetjeneste er ikke en dronetjeneste*». Her vil vi kommentere at det kan være komplekst å måle de forskjellige tjenestene opp mot hverandre, og vi føler at dette blir noe i retning av symbolsk å skulle sammenligne epler mot pærer.

En annen respondent som er forretningsutvikler, svarte at de kan for eksempel levere «full pakke» med rapport som inkluderer bilder av stolper med GPS-koordinater, som vises når en fører datamusen over aktuelt bilde. Software-programmet inneholder prediksjon av vegetasjonsendringer og så videre. Vedkommende respondent sa han var klar over at han burde kanskje heller komme inn i markedet med å levere mere tradisjonelle inspeksjoner uten full analyse, rett og slett som en enkel strategi for å kunne penetrere markedet. Men han presiserte at hans inngangsbidrag er først og fremst software som automatiserer de ulike arbeidsprosessene, ikke droner i seg selv.

Den andre forretningsutvikleren opplyste at produktet de leverer ikke er drone-teknologisk *hardware*, men at deres forretningsidé tar utgangspunkt i en avansert software. Det vil være andre aktører som skal operere droneteknologien gjennom samarbeidsavtaler, selv om de i prinsippet kunne levert tjenestene selv også. De jobber for at deres systemer skal gjøre arbeidet autonomt, der resultatet av analysen skal komme fram på en skjerm i form av en elektronisk rapport som informerer om feil og lokasjon. Samtidig påpeker respondenten at de for tiden er i en testfase for nettselskaper.

### **Kunnskaper om konkurransen i markedet.**

Her varierer faktisk svarene mye i forhold hvilken av respondentene vi spør. En sier at i deres område er det ingenting og han har inntrykk av at konkurransen «ikke er så stor». En stor aktør tilslutter seg påstanden med at det faktisk ikke er mange om beinet, heller svært få aktører. Han mener at det bare er et par tilbydere som lukter på markedet i deres område. Men han sier også at han har sett tilbydere som presenterer seg som «store og erfarne aktører» overfor kunder, mens de i realiteten er hverken stor eller har hatt mye oppdrag – og kanskje de ikke en gang eier dronen de opererer!

En forretningsutvikler sier de ikke har kjørt noen konkurrentanalyse, men at det er *mange* aktører i markedet, der stadig flere bruker droner på hobby- og profesjonell basis. En tilsvarende respondent påstår at det er stor konkurranse, men kvaliteten på tilbydere varierer voldsomt fra «bakgårdsfirmaer» til store seriøse firmaer. En respondent trekker den slutning at det foreløpig er lite konkurranse på de mest komplekse oppgavene som trenger avanserte systemer, med adresse til det markedet vi forsker på. Han sier videre at «*Vi konsentrerer oss om komplekse offshore operasjoner og hos myndighetene*».

Den *reelle* markedssituasjonen synes noe uklart gjennom de overstående utsagn.

## **4.5 Fordeler, ulemper og utfordringer**

Så, hvordan utvikler vi brukbar empiri av alt dette? Det synes nokså klart at i tillegg til mange åpenbare fordeler har forskerne også fått øynene opp for mange ulemper og utfordringer som må overkommes før en kan si at droneteknologien er fullbrakt som inspeksjonsverktøy i kraftnettindustrien. Vi skal forsøke å sammenfatte og klargjøre alle fordeler og ulemper, samt utfordringer med den nye inspeksjonsteknikken.

### **Hvilke fordeler utgjør droner for kraftnettindustrien?**

Multirotor-droner:

- Lavere pris på dronesystemet som «hardware» inkludert mannskap, i forhold til helikopteroperasjoner. Forutsatt normalstørrelse helikopter.
- Kvaliteten på bildene kan være bedre.
- Gode bilder fra flere vinkler enn helikoptre kan gi
- Kan komme nærmere inspeksjonsobjektet.
- Leveringsdyktighet og tilgjengelighet. Droner vil være operative til enhver tid forutsatt brukelig vær.
- Kan nyttes på trange plasser, og kan blant annet dra pilotliner.

- Operatørsikkerheten. Uhell medfører ikke skade på folk.
- Risiko for tap av menneskeliv er ned mot null. Det er en kjent sak at det har vært en del ulykker med helikoptre under inspeksjoner og arbeid med kraftlinjer.
- Miljøbelastning I: Utslipp er lik null på batteridroner droner.
- Miljøbelastning II: Lite eller ingen støy avhengig av dronetype.
- Minimal miljøbelastning gir bredt bruksområde.
- Ideell ved flom eller naturkatastrofer.
- Toppinspeksjon kan gjøres grundigere.
- Trenger ikke å slå av strømmen ved inspeksjoner.
- Kan nå frem til et feilpunkt raskt da beredskap blir enklere å opprettholde.
- Kan nyttes under værminima, dvs krav til sikt, tåke etc. for ordinære helikoptre, og derved ingen krav til nødlandingsplass
- En erfaren og godt organisert dronetjeneste kan bli en ettertraktet salgsvare eller business-idé

### **Hvilke ulemper/ utfordringer er det ved bruk av droner til inspeksjon av kraftledninger?**

#### Multirotor-droner:

- Krever fri sikt ved VLOS-operasjoner
- Dersom BLOS over lengre avstander: Satellitt for guiding og videolink er meget kostbart.
- Inspeksjonspotensialet for dronesystemene er lite kjent og krever solid markedsundersøkelse/ markedsføring.
- Ved in-house løsninger kreves endring i etablert organisasjon.
- Vanskelig for brukerne å finne oversikt over mulige typer utstyr som er tilgjengelig på markedet for bruk i droner.
- Droneteknologien er i ulike deler av eksperimentstadium hos de fleste aktører.
- Droneteknologien krever:
  - a) en lengre innkjøringsperiode (typevalg, opplæring, standardisering etc)
  - b) standardisering av inspeksjonsteknologien
  - c) En god del systemforståelse kreves for bruk av droner
  - d) Spesialiserte og kostbare droner. Skal droner kunne brukes må de være av en viss standard, dvs. nokså høy pris – kan nok ikke bli «expendable» på en god stund enda.



- Piloter må være godt utdannede og trente. Må sannsynligvis være utdannet innenfor kraftnettindustrien for å få kredibilitet
- Diversifiserte inspeksjonspunkter hindrer at en drone kan levere komplett pakke inspeksjon, da det blant annet ikke finnes drone-monterte instrumenter for råtekontroll
- Rekkevidden gjennom batterikapasitet er for liten ved større avstander.
- Dagens regelverket hindrer realisering av droners fulle potensial.
- Mulig begrensning ved mye vind, lite lys og nedbør, avhengig av type drone i bruk
- Autonome systemer via GPS er for unøyaktige,
- Noen kraftlinjeeiere etterspør ferdig analyserte bilder med avviksrapport. Dette høyner kravet til droneoperatørene og minsker antallet tilbydere.
- Videolink kan være upålitelig på lange avstander.
- Andre markeder for droner kan være mer attraktive for dronetilbyderne. Forskerne sitter med et inntrykk av at andre markeder kan være mer innbringende gjennom mindre spesialisering og med rimeligere utstyr, således begrenses interessen for å tilby kraftnettindustrien dronetjenester utenifra.



Bilde 10: *Vulcan Hexacopter*.

Med tillatelse fra Lars Sletten, Hålogaland kraft

### **Fixed-wing droner.**

Ingen opererer disse innen kraftnettindustrien så langt, derfor har vi ikke formelle undersøkelser på dette, kun *kvalifiserte visjoner* fra noen respondenter:

#### Fordeler:

- Kan dekke store avstander og/ eller ha lang tid i luften
- Utmerket for BLOS operasjoner
- Kan designes til ønsket cruisehastighet innen grenser
- Rask befarings etter uvær etc, med sine fordeler
- Større payload enn rotordrone
- Grunnet større payload har den flere sensormuligheter
- Kan være rimeligere enn multirotor-drone
- Enklere interne kontrollsystemer



Bilde 11: *Fixed-wing drone Skyrobot FX450.*

Med tillatelse fra Robot Aviation AS

#### Ulemper/ utfordringer som må overkommes:

- Krever fri sikt ved VLOS-operasjoner
- Krever take-off og landingsplass
- Dersom BLOS over lengre avstander: Satellitt for guiding og videolink er meget kostbart
- Kan ikke hovre eller fly sakte nok for å ta detaljbilder av punktfeil
- Begrenset til linjebefaring av samme grunn

De øvrige *fakta* som vi også kan trekke ut av vår forskning er de følgende:

- I vår forskning kobles to forskjellige spesialistfelter sammen som ikke kjenner til hverandres «verden», dvs potensiale på ene siden og behov på den andre. En vei til suksess kan ligge i å være spesialist i begge leire.
- Noen av de mest fremsynte utviklerne av dronetjenester kan risikere å tilby for mye på én gang, i form av et for avansert totalprodukt i et marked som ikke kjenner dronesystempotensialet fullt ut. Enklere produkter i startfasen kan være veien å gå for å selge sitt produkt til kraftnettindustrien.
- Ingen av våre respondenter har gjort formelle markedsundersøkelser.
- BLOS-tjenester fra desktop er drømmen, men er for dyr i dag.
- In-house «know how» kan foredles og brukes i flere markeder.
- Andre markeder for droner kan være mer attraktive.
- De eksempler vi har funnet til nå må selge idéene sin oppover i kraftnettselskapet. Dette er ingen «text book»- situasjon for strategi der endringer påtrykkes oven ifra, men her skal altså idéer som er unnfanget og utviklet på gulvet, selges til ledelsen.

Roos sier om innovasjonsledelse: «Det er også behov for et nedenfra-element som består av representanter for både leverandører og brukere av den verdiskapende innovasjonen og er ofte knyttet opp mot et halvåpent innovasjonsnettverk» (Roos, et al., 2014, s. 409)

#### **4.6 Ekstrahert empiri som forberedelse mot konklusjon**

Med referanse til siste del av avsnittet over ser vi at analysen nå har kommet så langt ned i «trakta» at vi sitter igjen med en liste med fordeler, ulemper og utfordringer, i tråd med problemstillingen vår. En god del av disse punkter er enkelt sagt kalde fakta som det ikke er hensiktsmessig å spinne teori rundt – rett og slett fordi det ikke finnes noe særlig relevant teorigrunnlag. Årsaken mener vi er at teknologien i stor grad kan oppfattes som nyvinning. Men de viktigste *utfordringene* vil vi avslutningsvis skrive litt om i vår analyse. Disse sentrer seg rundt fire emner:

- Innovasjon
- Blue Ocean strategi
- Nye markeder
- Omstrukturering i egen organisasjon

Vi omtaler de fire emnene *innovasjon*, *Blue Ocean*, *nye markeder* og *omstrukturering* fra kraftnettindustriens side, mens fra droneindustrien omtaler vi kun *innovasjon*, *Blue Ocean* og

*nye markeder*. Vi anser punktet *omstrukturering* som lite relevant i de relativt nyopprettede droneberiftene, og oppgaven har således utelatt dette punktet.

#### **4.6.1 Innovasjon av droneteknologi innenfor kraftnettindustrien**

Vi har i teorikapitlet lært at innovasjon i bunn og grunn er omdannelsen av kunnskap til penger. Og det er nettopp dette respondentene søker å gjøre med ulike strategier, enten utenifra og inn eller innenifra og ut. Vår forskning viser at en *kombinasjon av kompetanse* fra innsiden av kraftnettindustrien sammen med grundig kompetanse innen droneteknikk, er avgjørende for å starte virksomheten på riktig måte, både med hensyn til kvalitet på tjenestene, men også med hensyn til aksept fra ledelsen. Herifra skal jo de strategiske valg gjøres og implementeres. Det hersker en generell oppfatning blant de som har dukket dypest inn i teknologien om at droner kan gjøre en like god, om ikke bedre jobb enn med dagens teknikker, og for en billigere penge. Bak denne oppfatningen ligger et element av nødvendig videreutvikling av teknologien hos alle respondentene, og i svært ulik grad. Gjennom våre samtaler og med respondentenes fremleggelse av erfaringer sitter vi igjen med forståelsen at de fleste respondenter mener innovasjonen rundt droneteknikk på ingen måte er fullbrakt, men er på god vei i den retningen, og at teknologien vil være å regne med i framtidens inspeksjonsteknikker.

Innovasjonen må naturligvis selges til kraftnettindustriens ledelse, som kan være konservativ i ulik grad eller ha for lite ressurser til å satse nytt. Her kan det være det et langt lerret å bleke, men det finnes gjerne flere veier inn i ledelsen. Om det eksperimenteres på droner av personell «på gulvet» innen kraftnettindustrien må innovasjonen få aksept *nedenifra og opp til ledelsen*, med andre ord motsatt vei av klassisk implementeringsstrategi.

Generelt bifall krever at organisasjonen – med ledelsen i spissen, åpner opp for innovasjon i organisasjonen, noe som kan og vil ofte kreve nytenking på flere plan, inkludert formelle endringer av organisasjonen og innhenting av andre ny kompetanse. Ledelsen må legge til rette for å velge ut, forberede og støtte opp under innovasjonsutviklerne, dvs. personellet som eksperimenterer med den nye teknologien samt eventuelle støttefunksjoner som innkjøpsorganisering o.l.

Det vil i tillegg alltid være framsynt å skape innovasjon sammen med sine kunder; for kraftnettindustriens del betyr dette å lytte til dem som skal benytte teknologien, med andre ord linjeinspektørene i selskapet. Vi kan nevne viktigheten av å allokere ressurser og legge til rette for endringer, slik at organisasjonen omformes i innovasjonsøyemed (Se Roos, et al., 2014, s. 403).

Det kan videre nevnes opplæring av piloter/ inspektører/ droneteknikere i formelle former, nye innkjøps- og vedlikeholdsregimer, herunder verkstedorganisasjon godkjente av Luftfartstilsynet

utover øvrige operasjonstillatelser fra myndighetene. Alt dette hviler på hvilket teknisk og operativt nivå operasjonene vil hvile på ifølge det nye regelverket som er rett rundt hjørnet - RO1, RO2 eller RO3 operasjoner.

Et viktig poeng er at en innovativ organisasjon kan få styrket sitt *omdømme* i samfunnet rundt seg når de framviser evne og vilje til nytenking - også blant potensielle jobbsøkere.

Sist vil erfaringer og standardiseringer av den nye teknologien kunne oppmuntre til å bygge opp et *marked* for innovasjonene til selskapet. Oppgaven har tidligere påpekt at hensyn til konkurransevridning-problematikk i noen tilfeller taler for å skille ut inspeksjonsregimet med den nye teknologien. Skal sådant iverksettes må kraftnettselskapet i så fall danne et datterselskap med sin egen økonomiske portefølje. Fordelen med slik oppdeling er at en så kan selge sine inspeksjonstjenester på et fritt marked innen annen type industri, ifølge en av våre mest informerte respondenter.

#### **4.6.2 Innovasjon av droneteknologi fra tilbyderne av dronetjenester**

Vi har kunnet dra flere nokså klare konklusjoner av våre undersøkelser, og en av dem er at dronetjenestetilbyderne må være i stand til å tilby pakkekombinasjoner i forhold til kraftnettindustriens forskjellige behov og ønsker. For å være på høyde med etterspørselen kreves det også at utstyret er tilpasset kravet. Vi tror at i framtiden vil den som tilbyr de pakker som er best tilpasset kraftnettindustriens behov, med ditto innvert utstyr - kombinert med best pris, bli markedsvinner.

#### **4.6.3 Blue Ocean-strategi, nye markeder: Kraftnettindustriens in-house droneoperatører**

Her ligger det i kortene at det *bare* kan være snakk om in-house droneoperatører. Skal en beskrive noe form for Blue Ocean-marked vil vi presisere at dette gjelder utskilte firmaer fra kraftnettindustrien med eget AS for å drive konkurranse innen droneoperasjoner.

Kraftnettindustriens primærproduksjon ligger ikke innen rekkevidde av noen Blue Ocean strategi, selv det eksisterer en del naturlige monopoler i kraftmarkedet.<sup>44</sup>

Men som leverandør av dronetjenester med utspring innen kraftnettindustrien, vil en i dag oppleve å kunne nytte Blue Ocean-strategi, og *antakelig* atskillig mer enn for de aktørene som søker å komme inn i fra utsiden, og som i tillegg må søke aksept fra en konservativ industri. I tillegg kan førstnevnte nyte fordelene av å betjene sitt eget morselskap før alle andre, med tilhørende lave priser. På den måten kan en velutviklet dronetjeneste kontrollere inspeksjonsmarkedet innenfra.

---

<sup>44</sup> <http://www.nve.no/no/Kraftmarked/Regulering-av-nettselskapene/>

#### 4.6.4 Blue Ocean-strategi, nye markeder: Dronetjenestetilbyderne

Våre erfaringer gjennom respondentenes opplysninger bekrefter i stor grad vår initielle oppfatning om at droneteknologi innen kraftnettindustrien generelt er lite brukt eller utviklet, men at det finnes store muligheter, gjennom evolusjon av teknologien. Som referert til tidligere, Blue Ocean handler om å skape nye paradigmer, virksomheter og markeds plasser som gjør konkurranse irrelevant, ifølge Roos. Slik status er i dag kan dronetjenestetilbyderne og deres støttebedrifter eksistere side ved side uten nevneverdig konkurranse der alle kan bli vinnere, under forutsetning av at de kan operere med forespeilede priser på like gode eller bedre produkter. Det er oss meddelt at det allerede finnes et antall helikopterfirmaer som har tatt inn droner i deres produktportefølje for spesielle tjenester. Her kan en typisk konkludere med at de *differensierer* sine tjenester, både for å kunne tilby samme tjenester til en billigere pris, men også for å kunne betjene *nye* markeder. Om evolusjonen tar droner dit utviklerne vil, blir ordinære helikoptre overflødige som inspeksjonsverktøy.

Blue Ocean er generelt omtalt som et uutnyttet marked hvor utsiktene til innbringende vekst er åpenbar. utfordringene på tilbudssiden er å gjøre markedet *oppmerksom* på hva som finnes av teknologi og hva den kan nyttes til. En kan derfor med tyngde si at det er viktig for tilbyderne å konsentrere seg om såkalte «ikke-kunder». Vi tolker en ikke-kunde til for eksempel å være en mindre kraftnettbedrift *som ikke kjenner til dronesystemet i god nok grad*. Tilbyders soleklare oppgave blir så å hjelpe ikke-kunden til å se nye behov og muligheter – og derved gå i fra å være en ikke-kunde til å bli kunde. Dette mener vi er en av de største utfordringene tilbyderne har.

I tillegg har tilbyderne ikke gjort noe særskilt innsats av markedsundersøkelser eller eksponert seg selv i formelle settinger, annet enn gjennom å demonstrere sine produkter og tjenester. For å skape og fange opp ny etterspørsel, ligger et solid element av produkteksponering innbakt, herunder å samle input fra kraftnettindustrien i den viktige utviklingsfasen.

En gammel og innbygd forståelse av sammenhengen mellom verdi og pris på inspeksjonstjenester må endres med den nye måten å inspisere på. Slik regelverket er for vedlikehold og operasjon av helikoptre gjennom vårt implementerte EASA-regelverk, ventes dette nødvendigvis å forbli stabilt dyrt, og en særlig nedgang i pris kan synes som en ønsketenking. Og drivstoffprisene har kun gått oppover.

Droner derimot, har et atskillig friere spillerom da operasjoner og teknologi ikke er bundet sammen med sertifisering i et så rigid regelverk som bemannet luftfart er. Selv det regelverk som ligger forespeilet i horisonten, nasjonalt og senere i fra EASA, ventes ikke å fordyre

droneteknologien i veldig stor grad. Droneteknologien er heller ikke avhengig av oljeprisen i særlig grad, heller tvert i mot. Det ligger derfor mye til rette for at inspeksjonsteknikk ved hjelp av droner i framtiden kan bryte tradisjonell forståelse av hva kraftnettinspeksjoner «skal» koste.

#### **4.6.5 Nye markeder for kraftnettindustrien**

Mange andre inspeksjonsmarkeder har potensial for å bli virkelig store, slik som oljeinstallasjoner, skogbruk, havovervåkning, søk og redning for å nevne noen. Vi sitter igjen med forståelsen at det kun er de kraftnettselskapene som er *over en viss størrelse* som kan tenke seg å dra i gang denne bi-industrien. De små ser kun for seg eventuelt innleie av tjenestene. Potensialet for inntekter i nye markeder tilfaller således dem som våger å prøve, med andre ord de store.

#### **4.6.6 Nye markeder for droneindustrien**

For droneindustriens del er det naturligvis minst like mange markeder å konsentrere seg om som nevnt over, all den tid de har det utstyr og «know-how» som skal til. Så langt er det i hovedsak oppdrag innen fotografering og bildeinformasjon som det er fokusert på. For markedet innen kraftnettindustrien har vi altså nå fått lære at et akseptabelt inspeksjonsnivå koster i form av utstyr. Men kanskje vanskeligst av alt vil være at potensielle droneinspektører må kunne overbevise kraftnettindustrien om sin kompetanse, tidligere omtalt som en «Catch 22»-problemstilling, slik at andre markeder kan oppfattes som grønnere.

#### **4.6.7 Omstrukturering i egen organisasjon, og motstand mot forandring i kraftnettindustrien**

I intervjuene med kraftnettindustrien la vi merke til et nivå av skepsis til ny teknologi, især hos de små selskapene, med en tilhørende antydning av *motstand mot endring* av en mangeårig lang tradisjon med dagens inspeksjonsteknikker. De større bedrifter vi snakket med innen kraftnettindustrien virker å være mer åpne for å hente inn både ny teknologi, men også kjøpe eller utvikle ny kompetanse. Ut i fra dette får vi forståelsen av at bedrifter bør være over en viss størrelse for å nytte det eventuelle dronepotensialet fullt ut.

Motstand mot forandring blir noe akademisk tilnærmet i denne oppgaven. Der det har vært avdekket motstand mot teknologien, har det *også* bunnet i velbegrunnede innvendinger. Vi kan ikke påstå etter våre undersøkelser at motstanden har sitt opphav i de klassiske årsaker som en

«satt» organisasjon, at noen føler sin posisjon truet eller at ledelsen skulle være gammel eller «old fashion» etc.

Men det vi altså *kan* si er at vi har registrert at kunnskapen om dronepotensialet ikke er imponerende hos de som hevder at de «kjenner til» teknologien. Vår analyse vil peke i retningen av at den motstand som finnes bunner mye i mangel på kunnskap om potensialet.



Bilde 12: Drone klargjøres før inspeksjon.

Med tillatelse fra Møre UAS.

## 5.0 Konklusjon

Vi mener at vår forskning har funnet en del nyttig empiri for kunne svare på vår problematikk. Den komplette liste over fordeler og ulemper står referert til i kapittel 4.5.

Om vi tar frem balansevekten vår og veier fordeler mot ulemper, må vi vel konkludere med at det finnes mye i begge skåler *i dag*. Men tar en i betraktning det utviklingsarbeid som foregår nettopp for å mitigere ulempene, og faktisk gjøre noen av dem om til fordeler (!), vil nok vekta helle over i favør av fordeler med tiden.

Utfordringene for kraftnettselskapene som skal konvertere til ny droneteknologi er å definere sine behov *eksakt* og være åpen for innovasjon på alle plan i organisasjonen, især om de skal utvikle inspeksjonskonseptet selv. Dessuten kan organisasjonsendring som følge av dette også ligge i kortene gjennom organisering av dronetjenesten og eventuelt utskillelse av selskap i denne kapasitet.

Droneindustrien på sin side bør i tillegg til å være framsynte og innovative i teknikk, også sørge for å ha håndfaste forbindelser med innsiden av kraftnettindustrien for å komme i betraktning i anbudsrunder, slik at de kan skilte med både aksept av kompetanse samt innovative løsninger som er nøye tilpasset behovene i industrien. I dette ligger også å markedsføre de muligheter som



finnes med droneteknologien, slik at de ikke går i den fellen og se seg «blinde» på egen foretrefelighet, og at industrien ikke skjønner det opplagte.

Innledningsvis hadde forskerne kanskje noe av den formeningen om at droneteknologi er frelsen for ethvert inspeksjonsformål, også i kraftnettindustrien. Imidlertid må vi nok innse at forskningen vår avdekker nå at vi ikke hadde bare rett i våre antakelser. Det er nok sannsynlig at utviklingen fortsetter *i den retning*, der de overnevnte utfordringer blir overkommet i stor grad, slik at våre antakelser vil bli noe mer rettferdiggjort i framtiden. Men *per i dag* er det fortsatt store utfordringer som må løses.

Samtidig er det så store økonomiske gevinster i horisonten at den generelle utviklingen i droneindustrien kan bli *svært* lønnsom, også for *salg* av droneteknikk til ymse formål. Mange andre typer droneoperatører over hele verden jobber med en del av de samme utfordringene som kraftnettindustriens operatører. Det vil av den grunn være mange flere som også ser lønnsomheten i fortsatt innovasjon på feltet, noe også kraftnettindustrien kan tjene stort på. Finnes det store behov, vil noen fylle det for å tjene penger – det er i alle fall sikkert.

Og til sist må vi vel også innrømme at denne oppgavens relevans kan *av samme grunn* bli utdatert i løpet av rimelig kort tid.

## **5.1 Suksesshistorie**

Avslutningsvis ønsker vi å dele en suksesshistorie som beskriver hvordan en innføring av droneteknologi kan og sannsynligvis bør gjøres.

En dag i 2011 kom energimontørene i Hålogaland Kraft i prat med nettsjefen under en uformell lunsj. Her skulle tilfældigheten ha det til at montørenes dronehobby ble diskutert. Hobbypraten til arbeidere ble til tanker rundt innovasjonsprat rundt muligheten for å teste systemet i deres daglige jobb med å inspisere linjene. Sjefen deres tente på ideen umiddelbart, og snart ble prosesser rundt praktiske tilretteleggelser for en testfase unnfanget, drevet av indre og delvis ytre påvirkninger. Testene ble mer intensive ettersom de viste lovende resultater og kompetansen styrket seg.

Ryktene om deres iherdige forsøk spredte seg via mange kanaler, inkludert media. Videoer av vellykkede forsøk spredte seg også på nettet.

Etter en tid mente de at en måtte formalisere opplæringen av operatører- og vedlikeholdspersonell, og tiltak ble satt i sving for å få organiseringen rundt dronetjenesten på rett plass i bedriften. Erfaringene ble behørig beskrevet og systemer formalisert til et nivå som ligner bemannet luftfart, spesielt fordi initiativtaker til hele revolusjonen, Lars Sletten, hadde ervervet seg typen kompetanse gjennom sin pilotutdannelse. Nylig ble to piloter ansatt, i tillegg til de tre som er ferdig utdannede, og planen er at gjennom læring og eksperimentering med et godt kvalitetsutstyr vil bedriften sikte på og avvikle helikopter-innleie fullstendig. Og på toppen av alt er etterspørselen etter deres tjenester *utenfor* bedriften kraftig tiltagende – uten at de har markedsført seg som annet enn in-house operatører i en eksperimentfase.

I disse dager formaliseres utskillelsen av et datterselskap som skal huse droneoperatørene og deres tjenester overfor egen moderbedrift og kunne ta oppdrag fra andre ved kapasitet.

Således spares mye midler og dette nyopprettede selskapet vil kunne konkurrere gjennom Blue Ocean-strategi i overskuelig framtid.

I november 2015 ble Hålogaland Kraft med Lars Sletten i spissen tildelt *Powels innovasjonspris* for sin iherdige innsats på dette feltet<sup>45</sup>.

### **Og hva er en mulig suksessformel?**

- En bedrift som anerkjenner innovasjon for kilde til vekst
- En bedrift som legger til rette for å utnytte medarbeidernes forslag og selger idéene til resten av bedriften
- En bedrift som utvikler teknologien innenfra slik at tilstrekkelig kompetanse fra begge verdener kobles sammen
- En bedrift som bruker tid og ressurser på å finne løsninger på utfordringer underveis
- En bedrift som reviderer organisasjonen fortløpende slik at denne kan utnytte den nye kompetansen på flere felter
- En bedrift som posisjonerer sin strategi slik at nye og urørte markeder blir tilgjengelige

---

<sup>45</sup> <http://www.powel.com/no/nyheter/halogaland-kraft-vinner-powels-innovasjonspris/>

## 5.2 Videre forskning

**Vi ser for oss flere emner som kan forskes på i lys av våre konklusjoner:**

- Å innovere lette luftbårne systemer for å detektere råteskader i master
- Å forske videre på emner rundt autonome styringssystemer
- Som ingeniører har vi en formening om at energien i det magnetiske kraftfeltet som blir induisert rundt en kraftlinje, burde kunne utnyttes til å lade batterier på en drone som flyr kontinuerlig over linjene i inspeksjonsøyemed. Vi søkte på internett og fant ut at MIT<sup>46</sup> akkurat i disse dager forsker<sup>47</sup> på nettopp dette emnet. En innovativ løsning på dagens rekkeviddeproblem gjennom induisert batterilading vil kunne gi droner nærmest ubegrenset rekkevidde.
- Å forske på mulighetene for å konstruere en multi-rolle drone som har egenskapene til både fixed-wing og rotordroner<sup>48</sup>. Vi har sett at dette finnes, men vi har ikke fått verifisert at dette er i bruk i kraftnettindustrien.

---

<sup>46</sup> Massachusetts Institute of Technology

<sup>47</sup> <http://news.mit.edu/2014/charging-solution-delivery-drones-take-after-our-feathered-friends>

<sup>48</sup> <http://www.birdseyeview.aero/>

### 5.3 *Epilog*

Nå lukker vi et kapittel i våre hardt prøvede liv, og ser fram til en velfortjent og gledelig jul. Vi støtter oss på et av deltakernes tidligere utgitte verker og siterer:

*Hurra!*  
*Nå vet jeg hva glede er!*  
*Nå vet jeg det.*  
*Ja, hva er det da?*  
*Jo,*  
*Det er en bitteliten rakett som eksploderer,*  
*Og den er fylt med glede!*

Roger, 11 år  
(Moen, 1986)

## Bibliografi

- Energi Norge AS, 2011. *Levetidsestimering av liner i korrosive miljø*, Trondheim: Sintef energi.
- Finansdepartementet, 2015. *NOU - Produktivitet - grunnlag for vekst og velferd*. [Internett]  
Available at: <https://www.regjeringen.no/contentassets/ef2418d9076e4423ab5908689da67700/no/pdfs/nou201520150001000dddpdfs.pdf>
- Forskningsetiske-retningslinjer, 2006. *Det nasjonale forskningsetiske komiteene*. [Internett]  
Available at: <https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-humaniora-juss-og-teologi-2006.pdf>
- Irgens, E. J., 2005. *Den dynamiske organisasjon- Ledelse og utvikling i et arbeidsliv i forandring*. 2 red. Oslo: Abstrakt forlag AS.
- Jacobsen, D. I. & Thorsvik, J., 2013. *Hvordan organisasjoner fungerer*. 4 red. Bergen: Fagbokforlaget.
- Jacobsen, D. I., 2013. *Hvordan gjennomføre en undersøkelse*. 2 red. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Jacobsen, D. I. & Thorsvik, J., 2013. *Hvordan organisasjoner fungerer*. 4 red. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Johansen, K.-S., 2009. *Ubemannede flygninger i lovtomt rom?*. Tromsø: Universitetet i Tromsø.
- magazine, Trajectory, 2013. *From radioplane to walk of fame*. [Internett]  
Available at: <http://trajectorymagazine.com/2013-issue-4/item/1615-from-radioplane-to-walk-of-fame.html>  
[Funnet 5 oktober 2015].
- Moen, T., 1986. *Første time*. s.l.:Aschehoug.
- Norges vassdrags- og energidirektorat, 2015. *NVE.no*. [Internett]  
Available at: <http://www.nve.no/no/Energi1/Fornybar-energi/Vannkraft/>  
[Funnet 20 oktober Oktober 2015].
- NVE, Energistatus, 2011. *NVE*. [Internett]  
Available at: <http://webby.nve.no/publikasjoner/diverse/2011/energistatus2011.pdf>  
[Funnet Oktober 2015].
- NVE, 2015. *NVE*. [Internett]  
Available at: <http://www.nve.no/no/Kraftmarked/Regulering-av-nettselskapene/Om-beregning-av-inntektsrammer/Kvalitetsincentiver/>  
[Funnet 3 Oktober 2015].
- Nylehn, B. & Skorstad, B., 1982. *Teknologi og organisasjon - Om utvikling av teknologi og dens betydning i organisasjoner*. bind 23 red. s.l.:Tidsskrift for samfunnsforskning.
- Reve, T. & Stokke, P. R., 1996. *Strategisk Analyse - Grunnlaget for praktisk strategiutvikling*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Ringdal, K., 2013. *Enhet og mangfold*. 3 red. Bergen: Fagbokforlaget.
- Roos, G., Von Krogh, G., Roos, J. & Boldt-Cristmas, L., 2014. *Strategi - en innføring*. 6 red. Bergen: Fagbokforlaget.
- Rothstein, A., 2015. *Drone*. 1 red. New-York: Bloomsbury Academic.
- Sagan, C., 1990. Why We Need To Understand Science. *The Skeptical Inquirer*.
- Sagan, C., u.d.
- Selnes, F., 1998. *Markedsundersøkelser*. 3 red. Otta: TANO AS.
- SINTEF, 2015. *SINTEF.no*. [Internett]  
Available at: <https://www.sintef.no/projectweb/kile/>  
[Funnet oktober 2015].
- Vandsemb, O. A., 2015. *Kartlegging av status for dronebransjen med hensyn på bruksområder for ubemannede luftfartøy i det elektriske kraftnettet*. ÅS: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet Fakultet for miljøvitenskap og teknologi Institutt for matematiske realfag og teknologi.

## 6.0 Appendikskapittel

### APPENDIKS 1

Hentet fra rapport «*levetidsestimering av liner i korrosive miljø*» Publikasjons nr 333-2011 med tillatelse fra Energi Norge AS (Energi Norge AS, 2011) og forteller om hvilke potensielle problemer som kan oppstå og hvordan man kan utføre tilstandskontrollmetoder:

#### Korrosjon på linjer:

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Årsaker                  | - Ulike korrosjonstyper  |
| Mulige konsekvenser      | - Redusert ledningsevne<br>- Redusert bruddstykke<br>- Trådbrudd<br>- Linebrudd<br>- Kan initiere utmating |
| Tilstandskontrollmetoder | - Visuell inspeksjon<br>- Termografering<br>- Stikkprøve og tilstandsanalyse                               |
| Påvising                 | - Synlige tegn til korrosjon f.eks. hvite korrosjonsbelegg   |

#### Slitasje på linjer:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Årsaker                  | - Fretting (Gnidningskorrosjon pga. små oscillerende bevegelser)<br>- Abrasiv slitasje (slitasje pga. partikler)  |
| Mulige konsekvenser      | - Redusert ledningsevne<br>- Redusert bruddstykke<br>- Trådbrudd<br>- Line brudd<br>- Utmattingsbrudd   |
| Tilstandskontrollmetoder | - Visuell inspeksjon<br>- Stikkprøve og tilstandsanalyse  |
| Påvising                 | - Synlige slitasjetegn på linjens overflate<br>- Mørkt belegg på eller mellom trådene<br>- Mørkt pulver mellom trådene nær klemmer og hylser.<br>- Pendling av linjen<br>- Vibrasjon i linjen |

### Sårskader på linjer:

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Årsaker                  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Hakk, sår, riper: ytre mekaniske påvirkninger</li><li>- Lysbuesår: overspenninger, kortslutninger, jordslutninger eller serielysbue.</li></ul> |
| Mulige konsekvenser      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Utmatting, korrosjon, trådbrudd, linebrudd.</li></ul>  |
| Tilstandskontrollmetoder | <ul style="list-style-type: none"><li>- Visuell inspeksjon</li><li>- Stikkprøve og tilstandsanalyse</li></ul>  |
| Påvising                 | <ul style="list-style-type: none"><li>- Synlige skader og avvik på linens overflate</li></ul>  |

### Deformasjon og forskyvinger på linjer:

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Årsaker                  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Plastisk tøying (materialflytning)</li><li>- Økt linestrek</li><li>- Redusert linestrek</li></ul>  |
| Mulige konsekvenser      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Slitasje</li><li>- Utmatting</li><li>- Korrosjon</li><li>- Trådbrudd</li><li>- Linebrudd</li></ul> |
| Tilstandskontrollmetoder | <ul style="list-style-type: none"><li>- Visuell inspeksjon</li><li>- Måling av pilhøyde vha. landmålingsutstyr</li></ul>                   |
| Påvising                 | <ul style="list-style-type: none"><li>- Synlige tegn til løse tråder og deformasjoner</li><li>- Synlig stram eller slakk line</li></ul>    |

## APPENDIKS 2

Opplesing til kraftnettselskap før intervju:

*Vi er to masterstudenter (MBA Luftfartsledelse) ved Universitetet i Nordland, som skal skrive en masteroppgave med det formål å belyse temaet droneteknologi i kraftlinjeinspeksjoner.*

*Vi ønsker å snakke med personell som tar strategiske valg som vil være retningsgivende for bedriften og som kan hjelpe oss med å gi et bilde av inspeksjonskostnader og effektivitet.*

*Om bedriften allerede bruker RPAS teknologi ønsker vi også å komme i kontakt med personellet som utfører tjenestene, enten det er «in house» eller det er innleide tjenester.*

*Det er viktig å få fram at vi vil gjerne snakke med bedriften uavhengig om drone teknologien benyttes eller ikke.*

*Vi er innforstått med at enkelte fakta ikke ønskes oppgitt, men det som deles vil bli belyst i generelle termer i oppgaven, og identifisering kan utelates om ønskelig.*

*Det er viktig at vi får riktige opplysninger og svar fra informanten slik at oppgaven tilslutt kan bli til nytte for alle interessenter, herunder de undersøkte kraftselskapene.*

*Utover intervjuer med kraftselskapene vil også droneoperatører bli intervjuet med fokus på tjenestemuligheter og pris.*

- *Er det greit at vi tar opp samtalen til eget bruk – skal slettes etter transkribering.*
- *Spørsmål før vi begynner?*

### **APPENDIKS 3**

**Opplesing til droneselskap før intervju:**

*Vi er to masterstudenter (MBA Luftfartsledelse) ved Universitetet i Nordland, som skal skrive en masteroppgave med temaet droneteknologi i kraftlinjeinspeksjoner*

*Vi ønsker å snakke med personell som leier ut dronetjenester i inspeksjonsøyemed på vegne av kraftselskaper og linjeeiere og som kan hjelpe oss med å gi et bilde av inspeksjonskostnader og effektivitet.*

*Vi er innforstått med at sensitive fakta ikke ønskes oppgitt, men det som deles vil bli belyst i generelle termer i oppgaven, og identifisering kan utelates om ønskelig.*

*Det er viktig at vi får riktige opplysninger og svar fra informanten slik at oppgaven tilslutt kan bli til nytte for alle interessenter, herunder de undersøkte kraftselskapene.*

*Utover intervjuer med droneoperatører vil også kraftselskap og linjeeiere bli intervjuet med de samme formål.*

- *Er det greit at vi tar opp samtalen til eget bruk – skal slettes etter transkribering.*
- *Spørsmål før vi begynner?*



#### APPENDIKS 4

Spørsmål til kraftnettselskap som bruker teknologien:

|   | <b>Kraftnettselskap som bruker teknologien</b>   | SVAR |
|---|--|------|
| A | <ul style="list-style-type: none"><li>Hvor mange individuelle kraftlinjenett har dere? Tilførsel eller spredningsnett?</li></ul>   |      |
| B | <ul style="list-style-type: none"><li>Hvor mange km kraftlinje har dere, Tilførsel eller spredningsnett?</li></ul>   |      |
| C | <ul style="list-style-type: none"><li>Topografi på linjenettet?, vanskelig å komme til, tilgjengelighet.</li></ul>   |      |
| D | <ul style="list-style-type: none"><li>Hvilken type innleieregime for inspeksjon har dere?</li></ul>  |      |
| E | <ul style="list-style-type: none"><li>Hvor mange timer brukes til inspeksjon pr år?</li></ul>  |      |
| F | <ul style="list-style-type: none"><li>Fortell hva som blir gjort ved inspeksjoner</li></ul>  |      |
| 1 | <p>I hvor stor grad er kostnader i fokus ved linje inspeksjon –</p> <p><b>Hva er kostnadene pr km/linje pr år ved linje inspeksjon?</b></p> <p><b>Helikopter ? evt hvor mye i bruk</b></p> <p><b>Helikopter pris?</b></p> <p>Pris pr. enhet (Km) med RPAS kontra tradisjonell metode.</p> <p>(enhetskostnad)</p> |      |
| 2 | <p>Tekniske erfaringer? – Fordeler /ulempes kontra gammel insp tekn.</p> <p>-Hvordan ble dere kjent med teknologien ?</p>  |      |
| 3 | <p>Er det andre grunner foruten teknologi og økonomi som gjør at dere velger RPAS</p>  |      |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | Må dere sende ut personer til råtekontroll av stolper uavhengig av evt. helikopter / dronekontroll                             |   |  |
|    | Evt. kostnader på dette pr år?   |   |  |
|    | -Alternativer for råtekontroll?  |   |  |
| 5  | Sett fra deres erfaringer, har RPAS begrensinger? Eller kan den brukes over alt?   |   |  |
|    | -Er RPAS spesielt egnet noen plasser?  |   |  |
| 6  | Hvor mye har RPAS overtatt fra annen inspeksjonsteknikk til nå?  |   |  |
|    | Fortell årsaken til dette.   |   |  |
| 8  | Egne eller innleide folk til oppgavene – organisering?   |   |  |
| 10 | Hvilken type RPAS? Autonome systemer? – fly – multirotor – batt – brennstoff   |   |  |
|    | Hvordan ble dere kjent med teknologien ?   |   |  |
| 11 | Er det noen forbedringer av RPAS teknologien dere kunne ønsket for å gjøre inspeksjoner mere effektiv?                         |   |  |
| 12 | IN HOUSE:<br><br>Hvordan ble dette fasett inn?<br><br>Brukes fremdeles opprinnelig metode i tillegg til RPAS –<br><br>Hvorfor? | INNLEID:<br><br>Hvordan ble dette fasett inn?<br><br>Brukes fremdeles opprinnelig metode i tillegg til RPAS –<br><br>Hvorfor? Fordel/ulempe |  |
| 13 | Modell for organisering?<br>Fordel/ulempe  | Modell for organisering?<br>Fordel/ulempe   |  |
| 14 | Idè for buisiness?<br><br>Selge dette til andre?   | Får dere alle ønskede tjenester fra RPAS tilbyder?<br><br>Savnes noen tjenester ?   |  |
| 15 |  | Vurderes «in house» tjeneste med RPAS   |  |

|    |   |                 |  |
|----|---|-----------------|--|
|    |   | -evt buisness ? |  |
| 16 | -Hva kan være mer effektivt med droneteknologi?<br>- Hvilke bakdeler?<br>-Vet en droneoperatør hva han skal gjøre eller må denne instrueres i hht REN?  |                 |  |
| 17 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muligheter for omdirigering av kraft?</li> <li>- Har dere mye bøter for «nedetid» (KILE kostnad) av nettet?</li> <li>- Hva er denne størrelsesorden i forhold til å kunne inspisere med droner uten «nedetid»</li> </ul> |                 |  |
| 18 | Hypotetisk:<br>Hvilke typer droner tror respondenten vil bli brukt i framtiden?   |                 |  |
| 19 | Hva tror du om prisen til RPAS ? på tur opp eller ned?  |                 |  |
|    | EVT   |                 |  |

## APPENDIKS 5

Spørsmål til kraftnettselskap som er kjent med / vurderer teknologien:

|   | Kraftnettselskap som er kjent med / vurderer teknologien  | SVAR |
|---|---|------|
| A | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvor mange individuelle kraftlinjenett har dere? Tilførsel eller spredningsnett?</li> </ul>  |      |
| B | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvor mange KM kraftlinje har dere, Tilførsel eller spredningsnett?</li> </ul>  |      |
| C | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topografi på linjenettet?, vanskelig å komme til, tilgjengelighet.</li> </ul>  |      |
| D | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilken type innleieregime for inspeksjon har dere?</li> </ul>   |      |
| E | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvor mange timer brukes til inspeksjon pr år?</li> </ul>   |      |
| F | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortell hva som blir gjort ved inspeksjoner</li> </ul>   |      |
| I | <p>I hvor stor grad er kostnader i fokus ved linje inspeksjon –</p> <p><b>Hva er kostnadene pr Km/Linje pr år ved linje inspeksjon?</b></p> <p><b>Helikopter ? evt hvor mye i bruk</b></p> <p><b>Helikopter pris?</b></p> |      |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    | <p>Pris pr. enhet (Km) med RPAS kontra tradisjonell metode.</p> <p>(enhetskostnad)</p>   |  |
| 2  | Vurderer dere alternative inspeksjonsmetoder?  |  |
| 3  | Hvilke alternative inspeksjonsmetoder?   |  |
| 4  | <p>-Hva kan være mer effektivt med droneteknologi?</p> <p>- Hvilke bakdeler?</p> <p>-Vet en droneoperatør hva han skal gjøre eller må denne instrueres iht. REN?</p> <p>-Anbud på linjeinspeksjon: Er denne entydig slik at operatøren kan være autonom (ressursbesparende), eller må denne følges av noen som har innsikt på systemet</p> |  |
| 5  | Hvor ble dere kjent med teknologien RPAS?  |  |
| 6  | Hva er årsaken til at dere vurderer RPAS?  |  |
| 8  | <p>-Vil bedriften eventuelt operere «in house» eller leie denne tjenesten?</p> <p>-Ved «in house», hvordan tenkes dette organisert? Vil dette medføre organisasjons endringer i bedriften?</p>   |  |
| 10 | <p>Muligheter for omdirigering av kraft?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Har dere mye bøter for «nedetid» av nettet?</li> <li>- Hva er denne størrelsesorden i forhold til å kunne inspisere med droner uten «nedetid»</li> </ul>   |  |
| 11 | Råtekontroll: fortell hvordan den utføres  |  |
| 12 | RPAS Hobbyvirksomhet i selskapet?  |  |
| 13 | <p>Hypotetisk:</p> <p>Hvilke typer droner tror respondenten vil bli brukt i framtiden</p> <p>Hva tror du om prisen til RPAS ? på tur opp eller ned?</p> <p>EVT</p>   |  |